

MAÍSA PEREIRA PANNUTI

CONHECIMENTO FÍSICO E LÓGICO-MATEMÁTICO EM ATIVIDADES DE MANIPULAÇÃO DE MATERIAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Educação
no Programa de Pós-Graduação/Mestrado em
Educação. Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Lucia Faria Moro.

CURITIBA
1998

Para Flávio e Pedro, companheiros de todas as horas.

AGRADECIMENTOS

À Neli Mauerberg Peixoto, cuja amizade e apoio propiciaram a realização deste trabalho.

À Profª Maria Lucia Moro, pela sabedoria, dedicada orientação e amizade.

Ao Flávio Pannuti, pelo apoio carinhoso, compreensão e revisão cuidadosa do texto original.

À toda a equipe do Sítio do Tio Quim (espaço de trabalho e aprendizagem), especialmente à Solange Maueberg de Castro, pelo apoio técnico e afetivo.

À Profª Maria Tereza Carneiro Soares, pelo incentivo e valorização do trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação/Mestrado em Educação, pelas aulas e discussões ricas e instigantes e às colegas do grupo, Eliana, Simone, Sirlei e Vilmarise, pelas horas de discussão e aprendizagem em comum.

À Profª Silvia Parrat-Dayana pelas valiosas observações.

Ao Prof. Lino de Macedo, pela amizade e por tudo que me ensinou.

A B., V. e L., sem os quais este trabalho não seria possível.

Ao Pedro, que colaborou e compreendeu, apesar das muitas horas roubadas.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I: O problema e sua justificativa.....	5
CAPÍTULO II: Fundamentação teórica.....	12
1. As ações e os esquemas.....	12
2. A equilibração das estruturas cognitivas: proposição central da epistemologia genética.....	15
3. A evolução das ações.....	25
4. O problema da interação sujeito-objeto.....	30
CAPÍTULO III: Procedimentos metodológicos.....	39
1. Sujeitos.....	39
2. Procedimentos de coleta dos dados.....	39
3. Procedimentos de registro dos dados.....	44
4. Procedimentos de análise dos dados.....	45
CAPÍTULO IV: Apresentação e análise dos dados.....	49
1. Análise da atividade do pêndulo.....	49
2. Análise da atividade de bola-ao-alvo.....	95
CAPÍTULO V: Discussão dos dados.....	127
CAPÍTULO VI: Considerações finais.....	136
ANEXOS: Protocolos.....	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148

RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar a relação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático em atividades de manipulação de materiais na educação infantil. Foram aplicadas duas tarefas (pêndulo e bola-ao-alvo) a três sujeitos, com idades respectivas de 3;6; 4;0 e 4;0 anos. As tarefas visaram a resolução de um problema por parte dos sujeitos. As situações foram gravadas em vídeo e transcritas literalmente, resultando em protocolos detalhados de todos os dados brutos. De recortes realizados nos protocolos, resultaram as sequências que, compostas por esquemas dos sujeitos, as intervenções do experimentador e as reações dos materiais, foram analisadas. A análise microgenética realizada apontou para a existência de uma estreita relação entre as ações dos sujeitos e as características físicas dos materiais, expressa pelas alterações que os sujeitos realizam em suas condutas, em função do comportamento dos materiais decorrentes de uma ação anterior. Verificou-se, em todos os casos, a relação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático, interpretada à luz da epistemologia genética, confirmando-se, assim, a hipótese da alteração dos quadros lógico-matemáticos anteriores dos sujeitos, a partir das informações obtidas dos resultados de suas ações sobre os materiais. Dessa forma, as ações do sujeito sobre um material concreto manipulável podem provocar uma alteração na lógica deste sujeito, que buscará adequar seus esquemas de assimilação, de natureza lógico-matemática, na interação com o material. Os dados apontam para a importância desse tipo de atividade na educação infantil, assim como para a relevância da atuação do professor neste tipo de situação. Para as crianças dessa faixa etária, a manipulação de materiais concretos é fundamental para que possam avançar na construção de novos conhecimentos. Somente experimentando as diversas possibilidades de relações entre os materiais e a própria ação, é que as crianças poderão construir novos conhecimentos. Isto se explica pelo fato de que ao manipular materiais e observar suas reações, os sujeitos têm a oportunidade de formular hipóteses, estabelecendo relações entre suas ações e os resultados observáveis; podendo modificá-las para que obtenham êxito na resolução dos problemas apresentados.

ABSTRACT

This study aims to verify the relation between physical knowledge and logical-mathematical knowledge, in material handling activities in kindergarten. Two tasks were assigned (pendulum and ball-to-target) to three individuals who were 3;6; 4;0 and 4;0 years old. The tasks sought the individuals solving a problem. The situations were video-taped and literally transcribed, resulting in protocols with gross data. Starting from that, cuttings made in the protocols resulted in sequences of happenings, consisting of the individuals' actions, the experimenter interventions and the materials' reactions, that were analyzed. A microgenetic analysis was made, and it was verified the existence of a strait relation between individuals' behavior and physical characteristics of the materials, expressed by changes in individuals' behavior, in consequence of materials' behavior due to a prior action. It was found in all cases a relation between physical knowledge and logical-mathematical knowledge, interpreted regarding of genetic epistemology, confirming, thus, the hypothesis of changing in the former logical-mathematical frames of the individuals, starting of information obtained from the results of their actions on materials. This way, the individual's actions over a handable material can change this individual's logics, that will try to fit its assimilation models, which have a logical-mathematical nature, to the interaction with the material. For children in this age, to material handling is fundamental in order to a go on in the building of new knowledge. It is only through experimentation of new possibilities of relations among materials and the action itself, that children may build new knowledge. It can be explained by the fact that, as they handle materials and observe their reactions, the individuals have the opportunity to create hypothesis, establishing relations between their own actions and the observable results; this way, they can modify them in order to have success in the resolution of presented problems.

INTRODUÇÃO

A prática docente, bem como a coordenação pedagógica de uma escola de educação infantil da rede particular da cidade de Curitiba permitiram-nos perceber a importância da manipulação de materiais concretos por crianças. A observação, ainda que não sistemática, de brincadeiras de crianças com esses materiais tem possibilitado o estabelecimento de hipóteses sobre a importância dessas situações.

Percebemos que a apresentação de um material desse tipo desperta, em geral, grande interesse por parte dos alunos. Em grupos de crianças de quatro anos, por exemplo, pode-se notar, em um primeiro momento, a manipulação do material, a exploração de suas reações, a percepção das características, assim como a exploração de sua relação com outros materiais. Em um segundo momento, há a formulação de perguntas sobre a função do material, ou afirmações relativas ao que já sabem sobre ele.

Na educação infantil, a sala de aula deve ser um lugar de exploração dos elementos da realidade que cerca os alunos. O educador deve estar constantemente ocupado em desenvolver nas crianças a curiosidade e o interesse pela interpretação dos fenômenos que ocorrem no meio em que estão. Assim, “experimentar e descobrir” pode ser uma maneira muito rica e interessante de aprender. Para que isso ocorra, a criança deve ter a oportunidade de agir sobre sua realidade, para, somente então, poder transformar seus quadros anteriores de conhecimento.

Seja por meio de contatos informais com outros educadores infantis, seja pela análise das propostas pedagógicas de diversas escolas, pudemos constatar que, de uma maneira geral, todos postulam a importância de oferecer à criança em idade pré-escolar materiais concretos manipuláveis.

Tal premissa, porém, cria o risco da adoção de práticas espontaneístas, entendidas estas como o oferecimento do material concreto pelo professor e sua livre manipulação pela criança, sem qualquer tipo de intervenção. Para afastar esse risco, cremos na elaboração de procedimentos educativos que possam deixar as crianças à vontade para manipular os materiais a sua volta, mas sempre acompanhadas de uma intervenção por parte do professor. Isto seguramente as levará à construção de novos conhecimentos.

O papel do professor é de fundamental importância nesse processo, uma vez que, além de deixar a criança livre para manipular e experimentar os materiais, como também observar as reações decorrentes, deve, em seguida, propor à criança problemas relacionados com tais atividades, criando, assim, uma situação de aprendizagem significativa.

Aqui cabe uma distinção importante entre desenvolvimento e aprendizagem. Segundo Piaget (1964), o processo de aprendizagem refere-se ao que é aprendido por meio de algum tipo de interferência, à medida que envolve estruturas específicas, bem como conteúdos determinados. Podemos afirmar que se aprende alguma coisa em um determinado momento (daí seu caráter historicamente determinado), com a interferência de algo ou de alguém (MACEDO, 1994).

O desenvolvimento para Piaget (1964) tem um caráter mais amplo, por ser um mecanismo que envolve estruturas do sistema nervoso, além das experiências de interação do indivíduo com a realidade. O desenvolvimento é que dá suporte para a aprendizagem, sendo determinado pelo processo de formação das estruturas de conhecimento. Piaget definiu quatro fatores do desenvolvimento. O primeiro deles é a maturação orgânica, pois o mencionado processo de formação das estruturas depende, em parte, das condições de maturação do sistema nervoso. O segundo fator é a

experiência com objetos, já que a base da teoria construtivista é a ação. O terceiro é o conjunto que engloba as transmissões e as interações sociais e, o último, a equilibração.

É no processo de equilibração que as estruturas são construídas. Talvez seja este o ponto principal da teoria da epistemologia genética, uma vez que explica a marcha inexorável do indivíduo em direção a graus maiores e melhores de equilíbrio. Voltaremos a este ponto nos capítulos subseqüentes.

Feita a distinção entre desenvolvimento e aprendizagem, permanece válida a afirmação de que ao professor cabe propor problemas à criança, para que sua resolução resulte em aprendizagem. Do contrário, a atividade de manipulação de materiais prestar-se-á a fins diversos (v.g.: “brincadeira pela brincadeira”). Somente assim, poderá ser definitivamente afastada a imprópria concepção da educação infantil como sendo apenas período preparatório do ensino de primeiro grau.

Vale ressaltar que não se está aqui desconsiderando a validade dos momentos em que as crianças brincam livremente, sem a intervenção do professor. Um exemplo importante refere-se às brincadeiras de “faz-de-conta” ou jogo simbólico, tal como postulado por Piaget (1966). Este setor de atividade é fundamental para que a criança tenha a oportunidade de elaborar novos conhecimentos, no quadro de conflitos advindos de sua interação com mundo real.

Assim como o jogo simbólico, há também uma série de outros tipos de atividades, que não incluem necessariamente a presença do professor, mas que são igualmente importantes, tais como jogos de exercício e jogos de regras.

A discussão sobre estes jogos não será aqui abordada, bastando fixar a idéia de que nem sempre a presença do professor é fundamental para que as crianças aprendam. Com efeito, podem ocorrer situações de aprendizagem significativas em grupos de crianças que, sem um adulto, brinquem juntas ou mesmo sozinhas.

Tal fato, contudo, não invalida a relevância do papel que o professor desempenha ao oferecer um material concreto manipulável para a criança, provocando, assim, efetiva situação de aprendizagem.

Do reconhecimento da importância da intervenção do professor surge outra demanda não menos relevante: a necessidade da correta compreensão da realidade na qual deverá ele intervir. Neste caso, trata-se especificamente da compreensão das características das atividades de manipulação de materiais.

Em outras palavras, uma vez estabelecida a importância do papel do professor, é preciso que sua atuação seja produtiva, no sentido de compreender sua intervenção.

Este trabalho, como se verá a seguir, propõe-se a agregar elementos de compreensão da relação entre o conhecimento físico e o conhecimento lógico-matemático provavelmente ocorrentes nas atividades descritas, segundo a perspectiva da epistemologia genética.

CAPÍTULO I

O PROBLEMA E SUA JUSTIFICATIVA

Uma das funções da educação infantil é favorecer a construção do conhecimento pela criança, por meio de situações para ela ricas e significativas. As atividades de manipulação de materiais programadas pelo professor estão entre essas situações, pois contribuem para a construção dos conhecimentos físico e lógico-matemático.

Para que haja efetiva construção de novos conhecimentos em uma atividade de manipulação de materiais concretos, deve haver uma busca de alternativas para a solução de um problema por parte da criança, orientada por atuações adequadas do professor.

Ao manipular os elementos do mundo a sua volta, a criança poderá pensar sobre eles e construir novos conhecimentos sobre a realidade física que a cerca.

Nesse sentido, Kamii estabeleceu critérios válidos para uma atividade de manipulação de materiais: “a criança deve ser capaz de produzir o movimento com sua própria ação; a criança deve ser capaz de variar sua ação; a reação do objeto deve ser visível; a reação do objeto deve ser imediata.” (KAMII, 1978, p. 24).

A educação infantil lida com crianças que estão, em princípio, no período pré-operatório (PIAGET, 1966), embora possam algumas delas compreender noções de conservação, tais como as da quantidade física, a substância, e a da quantidade numérica, antes mesmo de iniciar a escolaridade formal. Neste trabalho, pretendemos lidar apenas com o momento do desenvolvimento pré-operatório, quando há ação representada

na ausência de operações, como se verá em mais detalhes no próximo capítulo.

Admitindo-se que a ação é o grande elo entre sujeito e mundo e que, no período pré-operatório, as crianças necessitam do apoio de elementos concretos para construir seus esquemas representativos, pode-se afirmar que, na educação infantil, a ação concreta deve ter um lugar fundamental nas práticas educativas.

Nossa prática educacional como coordenadora pedagógica propiciou a utilização das atividades propostas por Kamii (1978), em trabalho sobre o conhecimento físico na educação infantil. A autora apresenta uma série de atividades que envolvem manipulação de materiais concretos pelas crianças, tais como: pêndulo, bola ao alvo, rampas, cilindros e brincadeiras com água, que, por serem muito instigantes, despertam grande interesse.

Além disso, os exemplos trazidos no referido trabalho permitem ao professor perceber a importância de sua atuação, no sentido de tornarem as atividades mais ricas e significativas.

A leitura e a aplicação prática desse trabalho propiciaram o surgimento de algumas questões relevantes: por um lado, a convicção de que materiais concretos manipuláveis na educação infantil são fundamentais; por outro, o cuidado com a confusão que o termo “atividades de conhecimento físico” pode causar.

Não se trata de questionar o reconhecido mérito do trabalho de Kamii, mas apenas de voltar o foco de análise para a terminologia usada. Será que o termo “atividades de conhecimento físico” não pode conduzir o leitor a um entendimento parcial da questão, como se em tais atividades interviesse somente esse tipo de conhecimento? Não poderá levar à idéia da existência de atividades envolvendo somente o conhecimento físico?

Pensamos que a terminologia usada não é a mais adequada, à medida que cria risco de interpretação dissonante do conteúdo do texto, embora nele se procure explicitar a presença de um quadro lógico-matemático anterior a possibilitar a leitura dos dados físicos da realidade por parte do sujeito.

Tudo isso parece sugerir a necessidade do estudo da relação entre conhecimento físico e lógico-matemático neste gênero de atividades, evitando-se uma interpretação que relegue o aspecto interacionista da relação entre sujeito e meio, já que esta relação não pode ser caracterizada como mera associação de dois pólos: sujeito de um lado e objeto de outro.

De fato, havendo necessariamente uma interação que encerra um objeto (com suas propriedades) e um sujeito (com seus quadros assimiladores), frente a esse mesmo objeto sempre haverá um sujeito detentor de quadros lógico-matemáticos prévios, os quais lhe permitirão alguma leitura dos dados da realidade que se apresenta.

Segundo Piaget (1966), o elemento que media a relação do sujeito com o mundo é a ação. As ações organizam-se em esquemas, com leis próprias de funcionamento. Há duas formas de apreender a realidade aplicando esquemas: pela experiência física e pela experiência lógico-matemática, que levarão à construção dos conhecimentos físico e lógico-matemático, respectivamente.

A experiência física advém das experiências do sujeito com os objetos, ao abstrair destes últimos suas propriedades físicas, por meio da abstração empírica. A experiência lógico-matemática, por sua vez, refere-se às relações estabelecidas pelo sujeito sobre o objeto, a partir da abstração reflexionante e da abstração pseudo-empírica (PIAGET, 1964).

O conhecimento físico decorre da abstração empírica ou simples, a qual “se apóia sobre objetos físicos ou sobre aspectos materiais da própria

ação, tais como movimentos, empurrões, etc.” (PIAGET, 1977, p. 5). Trata-se da abstração de propriedades dos objetos enquanto tais, ou das ações do sujeito sobre suas características materiais.

A abstração reflexionante, de outra parte, refere-se às formas das atividades do sujeito, e “apóia-se sobre as coordenações das ações do sujeito, podendo estas coordenações, e o próprio processo reflexionante permanecer inconscientes, ou dar lugar a tomadas de consciência e conceituações variadas.” (PIAGET, 1977, p. 274).

Por fim, a abstração pseudo-empírica refere-se à modificação e enriquecimento do objeto provocadas pelas ações do sujeito. Ao agir sobre o objeto, o sujeito constata propriedades que vão além dos dados físicos, pois incluem os produtos das coordenações das ações. Vale considerar que tal enriquecimento dá-se pela retirada de propriedades da coordenação de ações do sujeito (PIAGET, 1977).

Ainda segundo Piaget (1977), o conhecimento físico se dá sempre que o sujeito se refere aos atributos físicos do objeto, tais como: peso, cor, textura, comprimento, tamanho. O mesmo ocorre quando o sujeito faz referência ao que é possível fazer com o objeto. Tomando-se como exemplo um pêndulo e uma garrafa teríamos: a garrafa pode ser rolada, o pêndulo pode ser lançado contra a garrafa, ou seja, quando o sujeito refere-se aos aspectos materiais da própria ação.

Conhecimento lógico-matemático refere-se ao estabelecimento pelo sujeito de relações entre os objetos (PIAGET, 1977). A partir dos mesmos objetos, afirma o sujeito, por exemplo, que não acerta a garrafa com o pêndulo porque ela está muito longe. Em outras palavras, o conhecimento lógico-matemático decorre da coordenação de ações do sujeito sobre a realidade, e sua inferência quanto ao resultado dessa coordenação.

Isto quer dizer que o sujeito coordena ações retiradas do contexto, descartando aquelas que não servem para o momento, desvinculando-se dos aspectos dos conteúdos dos objetos. O conhecimento lógico-matemático é construído mediante abstrações pseudo-empíricas e reflexionantes.

Segundo Piaget (1977), não há uma leitura pura da experiência, uma vez que para abstrair as características físicas de um objeto, o sujeito necessita utilizar esquemas referentes a um quadro lógico-matemático.

Pode-se dizer, então, que a leitura dos dados da realidade, mediante a experiência física pressupõe uma atividade estruturante desses dados por parte do sujeito, que é o conhecimento lógico-matemático. Desta forma, em uma atividade de manipulação de materiais sempre estão presentes os dois tipos de conhecimento.

Na discussão das atividades de manipulação de materiais é de fundamental importância que se possa analisar a fundo as características de tais atividades. Uma forma de levar adiante tal tarefa é justamente verificar a relação entre os dois tipos de conhecimento envolvidos nessas situações (físico e lógico-matemático).

Os materiais concretos manipuláveis têm características físicas, mas ainda assim não há somente conhecimento físico envolvido na ação do sujeito. Necessariamente há um quadro lógico-matemático anterior que possibilitará a leitura dos dados físicos por parte do sujeito.

Quando a criança está lidando com um pêndulo, por exemplo, não está simplesmente obtendo informações sobre suas características físicas, por meio da abstração empírica, mas também está agindo conforme uma organização lógico-matemática. Quando diz que o fio do pêndulo é comprido, está enfocando uma característica física (comprimento), portanto,

usando sua experiência física. Não significa, porém, que não exista uma organização lógico-matemática por trás desta afirmação.

Isto se explica pelo fato de que, ao afirmar que um objeto é comprido, por exemplo, a criança já teve a oportunidade de comparar objetos curtos e compridos. Tal comparação só é possibilitada pela experiência lógico-matemática, por meio da qual o indivíduo estabelece relações entre os objetos.

Em outro caso, afirmando a criança que uma caixa é muito difícil de ser derrubada, porque é pequena, também estão presentes os dois tipos de conhecimento. Ao afirmar que algo é pequeno, o indivíduo está enfocando uma característica física do objeto (tamanho), mas sempre há uma organização lógico-matemática que permite essa leitura da realidade. Para saber que algo é pequeno, é indispensável ao indivíduo ter tido a oportunidade de conhecer materiais de diversos tamanhos, ou seja, ter estabelecido relações comparativas de tamanho entre objetos. Tais relações são da ordem do conhecimento lógico-matemático.

A proposta de analisar a relação entre os dois tipos de conhecimento está ligada diretamente à prática pedagógica: as atividades de manipulação de materiais, defendidas por quase todos os educadores infantis, são realmente importantes para crianças de quatro anos? Por quê? Em que medida a interação entre a criança e o material manipulável é importante? A presença de um objeto concreto manipulável influencia a lógica do sujeito?

Compreender a relação entre os dois tipos de conhecimento envolvidos nas atividades desse tipo significa compreender a essência de tais atividades. Para que se possa admitir a importância de um procedimento pedagógico, há que se conhecer a fundo seu mecanismo.

Estas questões relacionam-se à necessidade do esclarecimento do valor das atividades desse tipo, e não simplesmente a aceitação passiva daquilo que a voz comum de outros educadores postulam. Interessa saber o porquê de adotarmos uma prática pedagógica que valoriza a participação ativa do aluno em seu processo de aprendizagem, mediante oportunidades ricas e interessantes.

O objetivo deste trabalho é a análise da relação entre esses dois tipos de conhecimento, o físico e o lógico-matemático, examinada a partir das seqüências de ações de crianças em atividades de manipulação de materiais.

Procurar-se-á verificar as seqüências de comportamentos de diferentes crianças em duas atividades que envolvem manipulação de materiais: pêndulo e bola-ao-alvo. Para tanto, serão analisadas as condutas cognitivas de cada sujeito, individualmente.

Pretende-se analisar quais questões o material suscita no sujeito, e como ele resolve tais questões. Em última instância quer-se obter alguma resposta à pergunta seguinte: qual é a relação entre as informações provocadas pelo material, neste sentido, o conhecimento físico, e as formas de atuação do sujeito, apoiadas sobre seus quadros lógico-matemáticos?

Em uma proposta de descrição da relação entre os dois tipos de conhecimento, tal como ocorre nesse gênero de atividade de manipulação, nossa hipótese é a de que as informações obtidas pelo sujeito, a partir do resultado de sua ação sobre o material, podem alterar seus quadros lógico-matemáticos anteriores, configurando a relação entre conhecimento físico e lógico-matemático.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A análise do problema proposto será desenvolvida à luz de alguns fundamentos da teoria piagetiana, que se prestarão a embasar a discussão da relação entre conhecimento físico e lógico-matemático, no contexto das atividades de manipulação de materiais.

1. AS AÇÕES E OS ESQUEMAS

O elemento que caracteriza a interação entre sujeito e objeto é a ação. Piaget verificou que, desde o nascimento, o bebê dispõe de ações, representadas pelos reflexos. Tais reflexos adaptam-se gradativamente, modificando-se em função da interação com a realidade, até se constituírem em ações organizadas, chamadas esquemas. Segundo Piaget, “um esquema é a estrutura ou a organização das ações, as quais se transferem ou se generalizam no momento da repetição da ação, em circunstâncias semelhantes ou análogas.” (PIAGET, 1966, p.15).

Segundo Inhelder, “os esquemas são organizadores da conduta que não são observados, mas que podemos inferir.” (INHELDER *et alii*, 1992, p.27). Esta autora aborda uma distinção entre tipos de esquemas, tal como determinada por Piaget, que parece importante para a compreensão do problema. Trata-se da distinção entre esquemas presentativos e procedurais.

Os primeiros referem-se aos “esquemas que incidem sobre os caracteres permanentes e simultâneos de objetos comparáveis e que englobam os esquemas representativos, ou conceitos, mas também os

esquemas sensório-motores, que não supõem representações semióticas elaboradas. Além de exprimir a permanência e a simultaneidade, os esquemas presentativos podem ser facilmente generalizados e abstraídos de seus contextos e conservam-se mesmo quando integrados a outros mais amplos.” (INHELDER *et alii*, 1992, p.28).

Os procedurais referem-se à “sequência de ações que servem para atingir um fim e são difíceis de abstrair de seus contextos. Ademais, sua conservação é limitada, uma vez que um meio para atingir um fim não tem mais emprego quando o sujeito já recorreu ao meio seguinte.” (INHELDER *et alii*, 1992, p.28).

Tal distinção parece importante, à medida que se pode observar nas ações da criança sobre os materiais concretos a utilização de esquemas que somente buscam resolver um problema imediato, não levando em conta os resultados anteriores e os subsequentes. Em outros casos, pode-se verificar esquemas abstraídos de seus contextos anteriores, e que serão utilizados frente a um novo material.

Este trabalho deparar-se-á também com a aplicação, por parte dos sujeitos, de esquemas familiares, que são aqueles facilmente acessíveis aos sujeitos frente a uma situação problema, no sentido de tornar a situação familiar aos seus olhos. É em torno destes esquemas que ele organiza suas primeiras representações sobre um problema que se apresenta (INHELDER *et alii*, 1992, p.188). Ver-se-á que os sujeitos escolhidos aplicam esquemas familiares ao serem apresentados a um novo material e a uma nova situação, tais como (no caso da experiência do pêndulo, que será descrita a seguir) arremessar um objeto contra outro ou balançar o fio com um peso na ponta, dentre outros.

Este trabalho, voltado que está para a análise da relação entre conhecimento físico e lógico-matemático nas atividades de manipulação de materiais, implica uma interação entre o sujeito, no caso a criança e um objeto, aqui o material manipulável. Portanto, há que se analisar como Piaget (1966) define esse mecanismo de interação:

Os mecanismos de interação do sujeito com os objetos são a assimilação e a acomodação, processos que, embora simultâneos, mantêm suas particularidades. O sujeito assimila os objetos por meio da aplicação de seus esquemas. Nesse sentido, uma característica do esquema é a de ser um quadro assimilador por excelência, à medida que confere significado à realidade. Mas há também o movimento de acomodação dos esquemas às perturbações da realidade. Os esquemas organizados com leis próprias de funcionamento constituem as estruturas. Em última análise, constroem-se estruturas cognitivas (PIAGET, 1966).

Pode-se definir as estruturas como um modo de organização do ato de conhecer. A estrutura é composta pelos esquemas, e cada esquema apresenta três características fundamentais: tem uma lei própria de funcionamento; é uma totalidade e é um sistema dinâmico em constante transformação. O que justamente caracteriza uma estrutura é a lógica de seu funcionamento, pois a combinação dos esquemas dá-se por meio de leis próprias. Piaget verificou e definiu três grandes estruturas cognitivas: sensório-motora; operatório-concreta e operatório formal. Neste trabalho, como já colocado anteriormente, trabalhar-se-á com crianças que se supõe não tenham suas estruturas operatórias construídas, em relação, ao menos, à parte expressiva das categorias lógicas.

2. A EQUILIBRAÇÃO DAS ESTRUTURAS COGNITIVAS: PROPOSIÇÃO CENTRAL DA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

A fim de melhor compreender o problema da relação entre os dois tipos de conhecimento, necessária se faz a análise do mecanismo da equibração.

Para colocar esta questão, Piaget (1975) definiu dois postulados básicos: o primeiro, refere-se a uma questão já discutida anteriormente: a ação é o elemento central e necessário do processo de equibração. Sem ação não há interação, e, portanto, não há troca, nem possibilidade de haver assimilação e acomodação (componentes do equilíbrio cognitivo), pois a tendência natural dos esquemas é a de se alimentarem dos elementos do meio.

O segundo postulado refere-se ao fato de que todo esquema deve acomodar-se, sem perder sua continuidade. Desta forma, há uma tendência constante ao equilíbrio entre assimilação e acomodação.

Piaget estudou detalhadamente o mecanismo de equibração, e definiu três formas distintas: entre assimilação e acomodação; entre esquemas entre si; e, por fim, entre esquemas e estrutura.

No primeiro caso, o sujeito nega as características de um objeto que não sirvam ao esquema, e escolhe um esquema que se preste à assimilação do próprio objeto, negando os outros.

No segundo, para haver coordenação entre esquemas, devem eles funcionar juntos, negando as outras formas de funcionamento que não sirvam a essa coordenação.

Por fim, diz o autor que as estruturas são formadas por esquemas, e possuem propriedades e não-propriedades. Aqui surge um conceito importante na teoria, que é o de negação.

Piaget estabeleceu a necessidade funcional das negações, e o fez a partir da verificação de que a tendência natural da ação é afirmar-se dentro de um repertório de possíveis afirmativos. Porém, ao afirmar-se, no sentido de aplicação de um esquema sobre um objeto, o esquema deve se acomodar, pois encontra obstáculos que impedem a afirmação da ação. Devemos ressaltar que esta negação, que tem um caráter de obstáculo, advém do objeto, e não da ação, pois esta tende à afirmação, na interação sujeito-objeto (PIAGET, 1975).

O conceito de negação parece fundamental para a compreensão da relação entre conhecimento físico e lógico-matemático no contexto das atividades de manipulação de materiais.

Os sujeitos manipularão materiais e o experimentador trará problemas a serem resolvidos por eles com esses materiais. Para que obtenham êxito na resolução de tais problemas, os sujeitos deverão reorganizar suas ações. Assim, as ações afirmativas deparar-se-ão com as negações advindas dos materiais concretos manipuláveis, fato que exigirá uma reorganização dos esquemas dos sujeitos.

É possível dizer que a fonte dos progressos no desenvolvimento são os desequilíbrios provocados pelas negações, e que conduzirão à *equilíbrio majorante*. Piaget tomou o termo *equilíbrio majorante* para explicar a idéia de que o processo implica em uma marcha para graus melhores e maiores de equilíbrio, sempre no sentido de construção de estruturas mais complexas que as precedentes.

No processo de equilibração majorante há regulações, entendidas como reações às perturbações. Estas últimas, por sua vez, referem-se tanto à resistência imposta pelos objetos, gerando dificuldade de acomodação dos esquemas, quanto às lacunas na estrutura cognitiva do sujeito, que não satisfazem suas necessidades no momento. O mecanismo regulador é interno, e visa garantir a totalidade do sistema cognitivo (PIAGET, 1975).

As compensações, segundo Piaget, “são ações no sentido contrário a determinado efeito e que tende, pois, a anulá-lo ou a neutralizá-lo.” (PIAGET, 1975, p.31). Dessa forma, sustenta que as compensações têm um papel fundamental na construção de novas estruturas, pois, se um esquema de assimilação sofre perturbações, as compensações a estas perturbações geram novas construções. Tais construções comportam regulações, que são compensadoras em relação às perturbações, e formadoras em relação à construção. O autor admite que:

Se qualquer construção - e a todos os níveis - tende a chegar a uma forma de equilíbrio que se pode considerar como interno em relação ao sistema construído, é que, desde o início, esta construção desempenha um papel de compensação correspondente a certas perturbações, podendo tal papel ser verificado pela análise das regulações que intervêm no curso da construção. (PIAGET, 1975, p.78).

Para a discussão da abertura a novos possíveis e sua relação com o processo de equilibração majorante, pode-se tomar como ponto de partida a seguinte afirmação de Piaget:

A abertura para novos possíveis consiste, portanto, em ultrapassar um estado de fato para visar um novo real rico em atualizações eventuais, melhor equilibrado conceitualmente: o próprio dessa abertura é caracterizar as fases da reequilibração cognitiva. (PIAGET, 1976, p.60).

Um possível assim se torna ao ser efetivamente realizado ou compreendido pelo sujeito. Há um movimento constante de abertura para novos possíveis, pois, à medida que um acontecimento produz uma abertura sobre um possível, este se torna um novo possível, consistente em uma atualização que, por sua vez, dará lugar a aberturas para outras possibilidades de outros possíveis, e assim sucessivamente (PIAGET *in* LEITE, L. B., 1987).

Piaget (1976) definiu dois sistemas no interior dos mecanismos cognitivos que capacitam o sujeito a compreender o real e agir sobre ele. O sistema I refere-se à efetiva compreensão do real, enquanto o sistema II relaciona-se aos êxitos.

Para melhor explicar esse processo, há que se voltar aos dois tipos de esquemas: presentativos, ligados às propriedades permanentes e simultâneas dos objetos, e que englobam os representativos e os sensório-motores; e procedurais, que não sendo abstraídos dos contextos, visam alcançar um êxito.

O sistema I está ligado ao real, pois os esquemas presentativos referem-se às conceitualizações que o sujeito faz, independente do contexto, propiciando, desta forma, compreensão da realidade a partir daquelas mesmas conceitualizações.

Já o sistema II refere-se aos procedimentos utilizados para a obtenção do êxito desejado. Está, assim, ligado à abertura para novos possíveis, uma vez que caberá ao sujeito estabelecer combinações entre dados e contextos de um problema, abrindo várias possibilidades para tentar resolvê-lo em uma solução necessária. Vale ressaltar que tal solução necessária implica em uma solução que seja lógica para o sujeito. Estas combinações levarão em conta os esquemas já organizados e os resultados obtidos em função dos erros

verificados. Dessa forma, a abertura para novos possíveis depende do sistema II, portanto dos esquemas procedurais, à medida que caberá ao sujeito selecionar dentre vários possíveis, uma solução necessária. Diz Piaget:

Em resumo, a abertura para novos possíveis depende, essencialmente, do sistema de procedimentos II; e isso é evidente porque um procedimento repousa sobre a crença na possibilidade de um êxito e as regulações que corrigem ou completam o método visam melhorar as ações empregadas que consistem, por isso mesmo, em atualizações no interior de um leque mais amplo de possíveis. (PIAGET, 1976, p.59).

Nesta perspectiva, Piaget ressalta a importância do erro, pois, se no sistema I ele não é desejável, no sistema II assume o caráter de um possível entre outros. Diz ele: “Um erro corrigido pode ser mais fecundo que um êxito imediato, porque a comparação da hipótese falsa e suas consequências proporciona novos conhecimentos e a comparação entre erros dá lugar a novas idéias.” (PIAGET, 1976, p.60).

Uma característica fundamental do sistema II refere-se ao fato de que sempre se encontra em um estado de transição, pois os procedimentos que obtêm êxito transformam-se em conceitos, sendo que o sujeito defronta-se depois com outra situação-problema, quando terá que coordenar outros esquemas procedurais, que serão transformados em conceitos, e assim sucessivamente. Dessa forma, o sistema II enriquece o sistema I, especificamente o conjunto das estruturas lógico-matemáticas:

O sistema II nunca está em equilíbrio, e nisso consiste sua originalidade, aliás muito fértil na perspectiva de nossas explicações, pois é esse caráter de contínua novidade que lhe confere o papel de instrumento de reequilibrações: visar um objetivo prático, procurar a solução de um problema, etc, é preencher uma lacuna ou remediar incoerências e constituir um novo equilíbrio, obtido quando o objetivo é alcançado ou o problema

resolvido. De um modo geral, a abertura para novos possíveis consiste, portanto, em ultrapassar um estado de fato para visar um novo real rico em atualizações eventuais, melhor equilibrado conceitualmente: o próprio dessa abertura é caracterizar as fases da reequilibração cognitiva. (PIAGET, 1976, p.60).

Julgamos poder afirmar que o sistema I (relativo à compreensão do real), refere-se aos quadros lógico-matemáticos construídos mediante abstrações reflexionantes e pseudo-empíricas. O sistema II (relativo ao êxito) refere-se às ações do sujeito, resultantes dos observáveis sobre os objetos, nesse sentido, das abstrações empíricas.

É possível passar agora a uma análise do funcionamento da equilibração, discutindo os tipos de interação entre sujeito e objeto para, posteriormente, analisar as etapas da compensação, expressas pelos diferentes tipos de conduta. Esse ponto é de grande importância para a análise que se quer fazer neste trabalho.

Piaget definiu dois tipos básicos de interação, quais sejam, tipo I e tipo II, subdivididos em IA e IB; IIA, IIB e IIC. Para identificar as diferenças entre eles, é necessário utilizar as definições de “observável” e “coordenação”, já que possibilitam a correta identificação dos diversos tipos de interação.

Segundo o referido autor, “um observável é aquilo que a experiência permite constatar por uma leitura imediata dos fatos por si mesmo evidentes, enquanto que uma coordenação comporta inferências necessárias e ultrapassa, assim, a fronteira dos observáveis.” (PIAGET, 1975, p.46). Assim, os observáveis dependem dos esquemas de assimilação, que, por sua vez, dependem das coordenações anteriores.

Nas interações elementares de tipo I não intervêm as coordenações, somente os observáveis. As de tipo IA referem-se exclusivamente à ação do

sujeito, intervindo os observáveis de sua ação e da reação do objeto, de modo que a reação deste último depende da ação daquele. Trata-se da leitura dos fatos físicos, por meio dos quadros lógico-matemáticos subjacentes. Neste tipo de interação, há um desgaste para o sujeito, fruto de esforço, movimento e impulso, e um ganho de movimento para o objeto, enquanto reação orientada no sentido contrário da ação.

Na pesquisa contida neste trabalho, esse tipo de interação provavelmente será verificado quando a criança manusear o material e observar os resultados de sua ação, constatando, por exemplo, que ao largar o peso do pêndulo ele derruba o alvo.

Nas interações de tipo IB, por outro lado, não há desgaste nem esforço para o sujeito em decorrência de sua ação, apenas aplicação de ações nas formas lógico-matemáticas que enriquecerão seu conhecimento, como se o objeto “aceitasse” a ação do sujeito, sem perdas nem necessidade de reação.

Assim, a diferença fundamental entre os tipos citados reside no fato de que nas interações de tipo IA estão presentes a abstração reflexionante e a empírica, e nas de tipo IB somente a abstração reflexionante.

Nas interações de tipo IIA intervêm os observáveis e as coordenações inferenciais ao mesmo tempo. Aqui Piaget refere-se à tomada de consciência, pois para conhecer suas ações o sujeito deve observar o resultado delas sobre os objetos, mas, para tanto, precisa fazer inferências.

A necessidade das inferências surge a partir do momento em que o sujeito vê-se obrigado a explicar uma causalidade que em si não é observável. Esse mecanismo refere-se à tomada de consciência, conceitualização de algo antes incompreendido. Diz Piaget:

Não convém representar esta tomada de consciência como se a consciência se reduzisse a um simples foco iluminado num dado momento, o que as adaptações e regulações motoras efetuaram quando do êxito ou fracasso dos atos precedentes. O processo é mais complexo: A conscientização de uma ação material consiste em sua interiorização sob a forma de representações, e estas por sua vez não se identificam de modo algum a simples imagens mentais que copiam processos motores, mas comportam uma conceituação devida à necessidade de construir sobre o nível da consciência, o que só era esperado até então pela via motora ou prática. (PIAGET, 1975, p.54).

Piaget conclui que o motor desse processo é a abstração reflexionante, mecanismo que possibilita ao sujeito abstrair, retirar algo de um plano de compreensão, e “refletir” este novo conteúdo em outro mais complexo.

As interações de tipo IIB, por sua vez, envolvem as coordenações das ações e dos objetos, que variam conforme o nível do sujeito. Isto porque a reação dos objetos depende das propriedades que o sujeito lhe atribui por meio de sua ação, variando esta conforme a estrutura cognitiva do sujeito.

Para haver a mudança de um nível n de conhecimento para um nível $n+1$, o sujeito deverá construir novas operações sobre as precedentes, enriquecendo-as, num movimento de coordenação de coordenações. O papel do objeto vai se modificando neste processo, pois a cada nova etapa o objeto sofre operações diferentes, de acordo com as ações do sujeito, não importando o objeto em si, mas o que o sujeito faz com ele.

Dessa forma, é compreensível o fato de que no período das operações formais o sujeito consegue substituir o objeto por símbolos, não necessitando do apoio de elementos concretos. Trata-se de um modelo de equilíbrio puramente lógico-matemático, com predomínio da abstração reflexionante (PIAGET, 1975).

As interações IIC foram integradas às IIA por Piaget, e constituem as interações dos objetos entre si, sem a intervenção direta do sujeito, que atua somente como observador.

A distinção entre as diversas condutas do sujeito pode ser importante para a análise dos dados, por revelar os tipos de abstrações que aparecem em cada delas. Ora, os diferentes tipos de abstração (empírica, pseudo-empírica e reflexionante) implicam nos dois tipos de conhecimento, físico e lógico-matemático, ponto central deste trabalho.

Assim, nas condutas de tipo I, nas quais não intervêm as coordenações das ações, aparece a abstração empírica, utilizada pelo sujeito para fazer a leitura dos observáveis, ou seja, das propriedades físicas dos objetos. Também aparece a abstração pseudo-empírica, a partir do momento em que o sujeito faz a leitura dos resultados materiais de sua própria ação sobre o objeto.

Em ambos os casos intervêm os dois tipos de conhecimento: físico, devido à abstração empírica; e lógico-matemático, decorrente da abstração pseudo-empírica.

Já nas condutas de tipo II, à medida que o sujeito constrói um novo conhecimento, intervêm as inferências e, portanto, a abstração reflexionante.

No tocante à análise das compensações, na perspectiva de evolução das condutas utilizadas pelo sujeito, cabe ressaltar que Piaget definiu três tipos diferentes de conduta: “alfa”, “beta” e “gama”.

O primeiro aparece sempre que, ao se deparar com um novo fato, o sujeito realiza uma escolha entre duas atitudes. Diante de uma perturbação fraca, modifica sua atuação no sentido inverso daquela mesma perturbação, neutralizando-a. Em se tratando de uma perturbação mais forte, o sujeito a

ignora. Tais compensações são incompletas e o equilíbrio resultante é instável.

O segundo tipo refere-se à integração da perturbação ao sistema, havendo um deslocamento do equilíbrio, para que a perturbação seja assimilada. O que era antes elemento perturbador faz agora parte do sistema reorganizado. Há uma mudança no mecanismo assimilador para possibilitar acomodação ao objeto novo, e não uma modificação deste último, daí falar-se em deslocamento do equilíbrio.

O terceiro tipo de conduta aparece com as possibilidades de antecipações, de modo que as perturbações deixam de se constituir como tais, a partir do momento em que podem ser vislumbradas, havendo equilíbrio móvel, porém estável. Trata-se de transformações no sistema de possíveis (PIAGET, 1975).

Para concluir o tópico dedicado ao mecanismo da equilibração, importante lembrar, nas palavras de Piaget, o significado da equilibração majorante:

A solução que perseguimos sem trégua em nossos trabalhos e da qual esperamos nos ter aproximado nesta obra, consiste em recorrer, não a formas predeterminadas de equilíbrio, mas a processos sucessivos de equilibração majorante entrecortadas de desequilíbrios, de tal sorte que, a passagem deste ou das formas imperfeitas de equilíbrio a formas “melhores” supõe, em cada etapa, a intervenção de construções novas, porém elas próprias determinadas pelas exigências das compensações e das reequilibrações: em tal modelo, o equilíbrio e a criatividade não são mais antagonistas, mas estreitamente interdependentes. (PIAGET, 1975, p.77).

Como dito anteriormente, o que será analisado são as sequências de comportamentos das crianças nas situações propostas. Daí porque a análise

por tipos de condutas, tal como proposta por Piaget, pode ser importante referencial para o tratamento dos dados obtidos.

3. A EVOLUÇÃO DAS AÇÕES

A fim de melhor compreender o porquê das atitudes adotadas durante o experimento, é fundamental identificar em que momento da evolução das ações estão situados os sujeitos escolhidos.

Segundo Piaget (1970; 1975), no início do período sensório-motor, as ações são essencialmente reflexas e práticas, não apresentando nenhum tipo de representação. Buscam resolver problemas práticos e imediatos, e não explicações acerca dos fenômenos que se apresentam. Ainda não há diferenciação entre sujeito e objeto, de modo que o sujeito relaciona sempre as ações ao próprio corpo, mesmo sem consciência da sua existência.

Gradativamente, começa a haver uma coordenação das ações, e a percepção pelo sujeito de que é fonte das ações. Esta coordenação culmina com o grupo de deslocamentos, possibilidade de coordenar ações atribuindo-lhe posições sucessivas. Conforme vai agindo sobre os objetos e observando suas reações, o sujeito começa a perceber relações de causalidade e o fato de que seu corpo, dentre outros objetos, é parte integrante da realidade (PIAGET, 1970).

Durante o início do período sensório-motor, a criança consegue obter resultados práticos, mas não é capaz de tomar consciência dos meios que utilizou. Vale lembrar que a tomada de consciência implica, na perspectiva piagetiana, conceitualizar, em novo plano, algo que foi realizado anteriormente no plano prático.

É o que se verá a partir da análise feita por Piaget, em relação à questão das regulações feitas pelo sujeito na evolução da ação, no período sensório-motor (PIAGET, 1975).

Desde o nascimento, o bebê depara-se com perturbações advindas do meio externo, as quais, conforme o desenvolvimento, serão percebidas de maneira distintas.

Inicialmente, constituem simples lacunas como, por exemplo, quando a criança tem fome e essa sensação não é imediatamente satisfeita. Depois, as perturbações referem-se a um distanciamento, espacial ou temporal, entre a criança e o objeto, como no exemplo da criança que deseja pegar algo que esteja fora de seu campo de alcance. Finalmente, as perturbações referem-se a dificuldades em resolver algo que seja manipulável, como por exemplo alcançar um objeto, sendo que já dispõe de meios para consegui-lo.

Mas, quais são então, os tipos de interação entre criança e objeto, presentes nesta fase?

Segundo Piaget (1975), somente no final do período sensório-motor, quando as perturbações referem-se a algo manipulável, é que surgem as interações de tipo II, já que anteriormente sujeito e objeto são indiferenciados, não havendo coordenações inferenciais, ou seja, não há observáveis específicos sobre os objetos e sobre o sujeito.

Tome-se como exemplo o bebê que vê suas mãos passarem diante de si, mas não tem consciência de que pertencem a seu corpo, como se fosse um filme exibido a sua frente, que deixa de existir instantes depois.

Nas palavras de Piaget: “durante os primeiros meses de existência, o universo do lactente consiste apenas em quadros móveis, sem objetos permanentes nem causalidade entre objetos, e inteiramente centradas sobre

o próprio corpo e a própria ação, mas sem que o sujeito suspeite disso (...).” (PIAGET, 1975, p.82).

É no final do período sensório-motor que surge a diferenciação entre sujeito e objeto, pois o que antes eram observáveis gerais, fruto da não-diferenciação, agora são observáveis do sujeito e observáveis do objeto. Tais diferenciações levarão ao surgimento das coordenações entre as ações do sujeito entre si, bem como das reações dos objetos entre si. As primeiras referem-se ao conhecimento lógico-matemático, as segundas, ao conhecimento físico.

Há, além disso, a diferenciação das ações do sujeito sobre os objetos, com o início da percepção das relações de causalidade, pois as mudanças nos objetos são percebidas como resultado da ação, seja no plano material (conhecimento físico), seja no arranjo entre eles (conhecimento lógico-matemático).

As diferenciações mais significativas que ocorrem neste período são: construção da noção de objeto permanente, reações circulares terciárias, conduta do suporte e grupo de deslocamentos.

Não apresentando a criança noção de objeto permanente, pode-se dizer que a perturbação ainda não é significativa, razão pela qual não busca compensá-la. O contrário também é válido. Uma vez significativa a perturbação, começa a criança a fazer compensações, surgindo a noção de objeto permanente. Vale lembrar aqui o exemplo da criança que levanta um anteparo para buscar um objeto que sob ele se encontra (PIAGET, 1975).

No período sensório-motor, ainda que já ocorra processo de diferenciação dos observáveis do sujeito e do objeto, não há conceitualização, pois, pela falta do desenvolvimento pleno da função semiótica, os esquemas presentes são práticos.

A capacidade de representar, propiciada pelo aparecimento da função simbólica, constitui a grande novidade da passagem do período sensório-motor para o subperíodo pré-operatório, momento em que as ações, além de práticas, também passam a ser interiorizadas. Há um desprendimento da necessidade do objeto concreto, que pode ser substituído por sua representação.

Neste primeiro momento do subperíodo pré-operatório já ocorrem mudanças nas coordenações das ações do sujeito, relativas ao aspecto lógico-matemático: o sujeito já é capaz de fazer alguns arranjos, com inferências elementares; surgem também mudanças nas coordenações entre os objetos (conhecimento físico), iniciando-se a possibilidade de explicações causais.

A função semiótica é o grande responsável por essas mudanças. Porém, apresentam-se limites quanto à interiorização das ações, pois o sujeito ainda não é capaz de representar os deslocamentos efetuados no plano prático, escapando-lhe detalhes do que foi feito quando da tomada de consciência (PIAGET, 1970).

Em um segundo momento do subperíodo pré-operatório, verifica-se uma maior descentralização em relação ao momento precedente, graças ao surgimento das funções constituintes. Estas referem-se ao fato de o sujeito poder perceber que uma coisa acontece em função de outra, possibilitando a antecipação de alguns resultados. Se antes falar-se-ia em pré-relações e pré-conceitos, agora já se estabelecem relações e conceitos, ainda que semilógicos, não existindo reversibilidade nem conservação, havendo, entretanto, fortes vínculos com os esquemas de ação, voltados para um objetivo prático (PIAGET, 1970).

Os sujeitos escolhidos para este trabalho, provavelmente situam-se nesse segundo momento do subperíodo pré-operatório, uma vez que já devem ser capazes de perceber algumas relações de causalidade, observando que uma coisa acontece em função de outra, por exemplo, que o alvo é atingido pela ação de arremessar uma bola. Também já devem conseguir antecipar alguns resultados, tais como, fazer novos arranjos com os materiais que compõem o alvo, a fim de que possa ser acertado.

Vale lembrar que a percepção da causalidade, bem como as antecipações ainda estão fortemente ligadas à ação prática da criança, e não a conceitualizações operatórias, próprias do período seguinte.

Com o término deste subperíodo surgem as operações concretas, quando “as ações interiorizadas ou conceitualizadas com que o sujeito deveria até agora contentar-se adquirem a categoria de operações, enquanto transformações reversíveis modificam certas variáveis e conservam outras a título de invariantes.” (PIAGET, 1970, p.28).

Esta novidade no desenvolvimento implica em uma nova estrutura de funcionamento cognitivo, uma vez que determina um fechamento de um sistema com uma lógica própria, diferente da anterior: trata-se de lidar com a possibilidade de antecipar, retroagir, assim como com a capacidade de estabelecer relações de transitividade e conservações.

Mas, também há limites nessa forma de funcionamento cognitivo. Eles referem-se à necessidade do apoio de elementos concretos para que haja operação. Diz Piaget: “As operações concretas incidem diretamente sobre os objetos; portanto, isso ainda equivale a agir sobre eles, como nos níveis pré-operatórios, mas conferindo a essas ações (ou às que lhe são atribuídas, quando consideradas como operações causais) uma estrutura

operatória, ou seja, componível de maneira transitiva e reversível.” (PIAGET, 1970, p.38).

Com o equilíbrio das aquisições do período operatório-concreto, as operações formais começam a se constituir, e implicam na possibilidade do conhecimento desligar-se do real, ligando-se ao sistema de possíveis para se fechar em um necessário.

As características principais desse terceiro período do desenvolvimento, correspondem à possibilidade de operar sobre hipóteses, e não necessariamente sobre objetos concretos, bem como ao fato de que as operações são feitas sobre operações, constituindo “operações à segunda potência” (PIAGET, 1970). Assim, “é esse poder de formar operações sobre operações que permite ao conhecimento ultrapassar o real e que lhe abre o caminho indefinido dos possíveis por meio da combinatória, libertando-se então das construções graduais a que continuam submetidas as operações concretas.” (PIAGET, 1970, p. 46).

4. O PROBLEMA DA INTERAÇÃO SUJEITO-OBJETO

Os trabalhos sobre interação de bebês com materiais (SINCLAIR *et alii*, 1982) realizados pelo CRESAS (Centre de Recherche de l'Éducation Spécialisée et de l'Adaptation Scolaire) abordam a questão da interação entre sujeito e objeto, na perspectiva da psicologia genética. Segundo as autoras, o desenvolvimento é sempre dirigido, por um lado, pelas competências do sujeito e, por outro, pelas influências do meio. Nesse sentido, ressaltam o caráter interacionista e construtivista da construção do conhecimento, na visão da epistemologia genética. Visto dessa forma, todo

conhecimento implica em uma necessária interação entre o indivíduo e a realidade (SINCLAIR *et alii*, 1982).

Segundo tais pesquisas, a diferença entre conhecimento físico e lógico-matemático reside na atenção do sujeito em cada momento, sendo que em sua ação podemos verificar dois enfoques diferentes: um relativo às propriedades do objeto e suas reações (conhecimento físico); outro sobre as relações que o sujeito estabelece entre os objetos, por exemplo, relações de ordem e séries (conhecimento lógico-matemático). (SINCLAIR *et alii*, 1982). Dessa forma:

A construção do mundo real, dos fatos físicos e sociais não é possível sem uma organização lógico-matemática das observações e experiências, que permitem notar as regularidades, considerar várias possibilidades, fazer hipóteses, testá-las etc. Assim, o raciocínio lógico-matemático é o instrumento por excelência de conhecimento do mundo real, das propriedades e comportamentos dos objetos. Desta maneira, para haver conhecimento físico, faz-se necessário um quadro lógico coerente que possa interpretá-lo. (SINCLAIR *et alii*, 1982, p.8, trad. nossa).

Assim, a construção do mundo real, dos fatos físicos e sociais não é possível sem uma organização lógico-matemática das observações e experiências, que permita notar as regularidades, considerar as várias possibilidades, elaborar hipóteses e testá-las.

As autoras afirmam que uma diferença importante entre os dois tipos de conhecimento é a autonomia crescente do conhecimento lógico-matemático em relação ao mundo físico.

No decorrer do desenvolvimento, o sujeito vai gradativamente libertando-se dos conteúdos físicos dos objetos do mundo real, até construir sistemas lógicos puros. Já o conhecimento físico sempre necessitará dos quadros lógico-matemáticos, uma vez que nenhuma experiência produzirá

conhecimentos sem ação do sujeito, o que significa dizer que o sujeito organiza suas ações, inserindo os observáveis em um quadro organizado, com comparações e deduções (SINCLAIR *et alii*, 1982).

A idéia do referido trabalho, seja sobre o enfoque do sujeito nas propriedades físicas, seja sobre a coordenação de ações, é de grande importância, principalmente em face da questão da nomenclatura utilizada por Kamii (1978), sobre “atividades de conhecimento físico”.

Em alguns momentos, a atenção do sujeito volta-se para uma propriedade física do objeto, em outros, para as relações entre os objetos e as coordenações de ações.

Cabe aqui uma observação importante sobre a correta interpretação desse aspecto: a abordagem de enfoques diferentes não faz sentido para o sujeito, somente para um observador. De fato, o sujeito não pensa deliberadamente: “agora devo concentrar-me nos aspectos físicos, depois nos lógico-matemáticos”. Tal distinção, aqui simplificada, presta-se apenas a facilitar a compreensão do problema pelo observador, a fim de que possa estudar adequadamente a relação entre os dois tipos de conhecimento. Apenas nestas circunstâncias é que faz sentido a distinção entre enfoques.

Parrat-Dayan (1997) aborda a questão da interação entre sujeito e objeto, a partir da leitura dos aspectos externos e internos do conhecimento: “o construtivismo piagetiano não parte nem do objeto nem do sujeito, senão da interação, da tensão que se dá entre o interno e o externo.” (PARRAT-DAYAN, 1997, p.2). A autora retoma a idéia da necessária interação que se dá entre sujeito e objeto na construção do conhecimento. Segundo ela, ao mesmo tempo em que o objeto é modificado pelas ações do sujeito, e nesse sentido é por ele conhecido, também provoca mudanças nas ações do sujeito. Há, assim, uma crescente interiorização, durante a qual o sujeito vai

adquirindo progressivamente maior autonomia quanto ao funcionamento interno, sendo a interação entre o sujeito e a realidade externa o ponto de partida desse processo.

Ainda segundo Parrat-Dayán (1997), há uma interação funcional entre o conhecimento físico e o lógico-matemático, expressa pelas tendências à interiorização e exteriorização, sempre presentes no desenvolvimento. Enquanto a exteriorização permite o conhecimento da realidade externa e das propriedades físicas dos objetos, a interiorização permite a construção das categorias lógicas de pensamento. Assim, fica evidenciada a relação sempre presente entre o interno e o externo.

A autora formulou a hipótese segundo a qual “o processo de atribuição das operações do sujeito ao objeto constitui um verdadeiro processo de construção, ao interior do qual é necessário definir os processos cognitivos do sujeito e o papel do objeto. Este processo de construção implica, como todo processo construtivo, a reorganização dos conhecimentos.” (PARRAT-DAYAN, 1997, p.9).

As pesquisas de Sinclair *et alii* (1982), assim como as de Parrat-Dayán (1997), evidenciam o interacionismo e o construtivismo da teoria psicogenética de Piaget. Além disso, abordam o problema da interação entre sujeito e objeto, base para a compreensão da relação entre conhecimento físico e lógico-matemático. Uma importante contribuição de Parrat-Dayán para esta pesquisa refere-se à idéia de interação funcional entre o interno e o externo, ponto fundamental para a análise da questão sobre os dois tipos de conhecimento.

Kamii (1996) centra a diferença entre os tipos de conhecimento nos modos de estruturação de cada um, bem como em suas fontes. Segundo ela, enquanto a fonte do conhecimento lógico-matemático está em cada

indivíduo, a fonte do conhecimento físico está parcialmente nos objetos. Kamii ressalta o termo “parcial”, enfatizando a necessidade de uma estrutura lógico-matemática para que o indivíduo reconheça uma característica física do objeto, e lembrando que sem os esquemas classificatórios torna-se impossível a construção do conhecimento físico.

Ainda que se fale em “fontes parciais”, não se deve perder de vista o cuidado necessário em relação a essa idéia, para afastar o risco de interpretação errônea, como se a fonte do conhecimento físico estivesse nos objetos e a fonte do conhecimento lógico-matemático estivesse no sujeito.

É certo não se poder afirmar que o conhecimento físico e o lógico-matemático sejam indiferenciados, ou que não haja especificidade em cada um. Ora, o objeto real existe, tem características que lhe são próprias, independente da ação do sujeito. Da mesma forma, o sujeito possui um quadro lógico-matemático, construído mediante interações com outros objetos, que não este atual. Assim, há um objeto e um sujeito, cada qual com características próprias.

A interação entre sujeito e objeto apresenta um caráter muito particular, pois ao mesmo tempo em que o sujeito aplica seus esquemas a um novo objeto, este impõe algumas resistências aos esquemas do sujeito, que deve acomodar-se às perturbações advindas do objeto. Trata-se então, de uma forma peculiar de relação entre sujeito e objeto, quando o primeiro age sobre o último por meio de esquemas de assimilação (formas), e o objeto (conteúdo), influencia de alguma maneira os esquemas do sujeito.

Carvalho (1994) aponta para a importância de “fazer com que as crianças discutam os fenômenos que as cercam, levando-as a estruturar estes conhecimentos e construir, com seu referencial lógico, significados de uma parte da realidade que as cerca.” (CARVALHO, 1994, p.2).

Sua proposta, assim como a de Kamii, é o desenvolvimento de “atividades de conhecimento físico”, destacando a importância da manipulação física para que a ação mental torne-se possível.

Segundo pesquisa a respeito do problema do submarino (GONÇALVES, M. E. & CARVALHO, A M. P., 1994), as autoras observam que inicialmente a criança relaciona sua ação com o resultado produzido. Em seguida consegue atribuir outras variáveis, tais como velocidade e impulso, já percebendo que a causa do fenômeno pode ser uma variável, e não sua ação. Tal evolução significa a descentralização das próprias ações e a possibilidade de pensar sobre fenômenos físicos.

Segundo as autoras, “a atividade de conhecimento físico deve fazer com que as crianças coloquem objetos e acontecimentos em relação, e possam buscar as causas dessa relação.” (GONÇALVES, M. E. & CARVALHO, A M. P., 1994. p.74).

Para elas, as crianças estão interagindo com um material que envolve conceitos físicos, o que representa um dado interessante para a compreensão do problema proposto. Também aqui, porém, há que se alertar para a possível confusão provocada pelo termo “atividades de conhecimento físico”.

Outra autora que pesquisa sobre o conhecimento físico é Baillargeon (1994, 1995). Suas pesquisas, realizadas com bebês, tratam especialmente da noção de objeto permanente, tal como proposta por Piaget. Segundo ela, as crianças já têm essa noção muito antes dos 9 meses, idade aproximada para o desenvolvimento dessa noção na perspectiva piagetiana.

Assim, as crianças pequenas já detêm conhecimento sobre o mundo físico, razão pela qual seu baixo desempenho em tarefas que exigem manipulação não pode ser atribuído à ausência do conhecimento físico

necessário, mas sim ao fato de não conseguirem planejar e executar ações complexas. Em pesquisas realizadas com tarefas visuais, relata a autora um desempenho surpreendente sobre o conhecimento do mundo físico por bebês muito pequenos (desde os dois meses de idade).

De acordo com modelo proposto, as crianças não nascem com crenças prontas sobre os objetos, mas com um mecanismo de aprendizagem especializado que guia a aquisição do conhecimento físico.

Quando aplicado coerentemente, tal mecanismo capacita a produção de generalizações apropriadas, sendo responsável por dois processos de aprendizagem relacionados ao conhecimento físico, e intimamente ligados entre si.

O primeiro é a formação das categorias de evento e categorias de objeto, que representam, respectivamente, as distintas maneiras segundo as quais os objetos comportam-se ou interagem; e os distintos tipos de objetos que existem no mundo.

O segundo processo de aprendizagem refere-se à identificação, para cada categoria de evento, de um conceito inicial e de variáveis.

No aprendizado sobre um fenômeno físico, forma a criança inicialmente um conceito primitivo, acrescentando-lhe depois variáveis discretas e contínuas, que vão sendo descobertas e afetam o fenômeno. Identificadas tais variáveis, a criança raciocina qualitativamente, em um primeiro momento, e só depois quantitativamente.

Em suas conclusões, a autora defende a idéia de que a criança consegue aprender por observação, não sendo necessárias, portanto, para a referida faixa etária, as ações manipulatórias.

Além disso, sustenta que apenas alguns ensaios possibilitam mudança significativa na interpretação das crianças sobre o funcionamento de

fenômenos físicos, ressaltando, porém, que elas não conseguem raciocinar sem a representação concreta dos objetos e suas propriedades.

A autora verificou que as crianças só conseguem raciocinar sobre uma variável (por exemplo, o tamanho de um objeto) qualitativamente, ou seja, estabelecendo uma relação de comparação com outro objeto que tenha sido apresentado. Quando têm que pensar em termos absolutos, isto é, quantitativos, falham na tarefa.

Destaca, ainda, que as crianças trazem para as situações de treino estruturas prévias de conhecimentos relevantes para a situação. Por isso, os efeitos do treino dependerão do quão prontamente as crianças podem conciliar o que observam com o que sabem, ou seja, podem assimilar as observações feitas de acordo com suas próprias estruturas anteriores (no sentido piagetiano).

Conclui elegendo dois fatores que afetam a produção de conhecimento em uma situação de treino, são eles: o número de exemplares envolvidos na situação de treino; e o fato de que as observações nos treinos devem ser consistentes em relação ao conhecimento prévio da categoria de evento que a criança já possui.

Apesar de postular a existência de estruturas (no sentido piagetiano), a autora não menciona a forma pela qual são construídas. No modelo piagetiano, são elas construídas mediante a interação do sujeito com o meio, mediada pela ação. No modelo de Baillargeon, contudo, a ação não parece ter um papel de destaque. Em que pese o fato do olhar do bebê para os eventos que lhe são apresentados também constituir uma ação, a autora descarta a necessidade da ação prática manipulatória, mesmo porque os bebês com os quais trabalha, ainda não têm desenvolvidos os esquemas necessários à manipulação.

Para ela, portanto, seriam as estruturas construídas mediante observações da realidade, ou até mesmo por meio de treinos visuais. Não podemos, todavia, concordar com tal hipótese, pois tanto a teoria piagetiana, como as pesquisas nesse sentido realizadas apontam para a importância da ação prática.

Concluindo esta parte, é oportuno ressaltar que a pesquisa bibliográfica realizada revelou a existência de poucos estudos sobre a relação entre conhecimento físico e lógico-matemático, ficando a revisão de literatura praticamente restrita às autoras citadas.

De toda sorte, julgamos tais contribuições valiosas para o desenvolvimento deste trabalho, seja pela proveitosa utilização das idéias de Parrat-Dayana e Sinclair *et alii* nas análises que serão realizadas, seja para estabelecer um diálogo com as demais autoras na discussão dos resultados.

CAPÍTULO III

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1. SUJEITOS

Como sujeitos deste estudo foram escolhidas três crianças do sexo masculino, alunos regularmente matriculados no Jardim I (que reúne crianças que completam 4 anos no decorrer do ano) de uma escola de educação infantil da rede particular da cidade de Curitiba. A escolha da escola esteve pautada pela garantia de acesso do pesquisador e demais condições necessárias à pesquisa.

A seleção foi realizada mediante sorteio aleatório dentre os matriculados, excluídas as crianças portadoras de necessidades especiais.

Aos três sujeitos escolhidos, doravante identificados como **B.** (4;0); **L.** (3;6); **V.** (4;0), foi aplicada a primeira tarefa (PÊNDULO), mas somente a dois deles (**B.** e **L.**) foi aplicada a segunda tarefa (BOLA-AO-ALVO), uma vez que **V.** recusou-se a participar.

2. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os procedimentos constituíram-se de duas tarefas distintas, PÊNDULO e BOLA-AO-ALVO, propostas aos sujeitos pelo experimentador, em situação individual, fora da sala de aula. Não foi necessária uma fase de conhecimento dos sujeitos como *rapport*, por já conhecerem o experimentador do contexto cotidiano da escola.

As situações foram filmadas em vídeo e transcritas literalmente para análise posterior, resultando em protocolos correspondentes a cada aplicação.

Cada sessão teve duração aproximada de 7 a 10 minutos.

As tarefas foram retiradas e adaptadas de Kamii e DeVries (1985), Piaget (1977) e de estudo-piloto especialmente realizado para esta pesquisa. O primeiro trabalho serviu como base para uma réplica das duas atividades propostas, e o segundo, como apoio teórico e prático para realizar a atividade do pêndulo.

A fim de verificar a viabilidade das atividades propostas, o estudo-piloto foi realizado com dois sujeitos da mesma faixa etária dos escolhidos para pesquisa. Tal estudo permitiu ao experimentador verificar se as tarefas realmente provocariam algum tipo de interesse para os sujeitos, além da oportunidade de testar os materiais e as condições para a execução da pesquisa.

No caso da atividade do pêndulo, não houve necessidade de alterações quanto aos procedimentos, uma vez que os materiais selecionados e o modo de organizá-los resultaram adequados à proposição do problema. Para a atividade de bola-ao-alvo, alterações se fizeram necessárias, uma vez que no estudo piloto o experimentador trouxe várias bolas de borracha, e não apenas uma, fato este que gerou um deslocamento do interesse por parte dos sujeitos, os quais preferiram fazer classificações das bolas dentro das caixas ao invés de lançá-las contra os alvos. Desta forma, na pesquisa propriamente dita, optou-se pela apresentação de uma bola apenas.

Nas duas atividades observou-se grande interesse por parte dos sujeitos frente aos materiais apresentados, assim como para a resolução dos problemas propostos.

Para o estudo principal foram propostas situações em que os sujeitos pudessem explorar livremente o material apresentado. Em seguida, foram propostas tarefas trazendo problemas para os sujeitos, selecionadas por serem consideradas de interesse da referida faixa etária.

PÊNDULO:

a) Material

Um pedaço de barbante.

Um bloco de madeira (6 cm x 6 cm x 6 cm).

Uma garrafa de refrigerante descartável (2 litros).

Um pedaço de fita crepe.

b) Organização do material

Uma extremidade do barbante foi presa no teto da sala e a outra foi amarrada ao bloco de madeira, que ficou a uma distância aproximada de 10 cm do chão.

No chão, sob o bloco de madeira, foi feito um “X” com 2 pedaços de fita crepe, posição denominada X.

A garrafa foi colocada inicialmente ao lado de X, a aproximadamente 30 cm do bloco de madeira.

c) Objetivo da atividade

A atividade teve por objetivo a derrubada da garrafa pelo pêndulo, a partir da ação dos sujeitos.

d) Procedimentos

1º momento:

Os sujeitos foram convidados a manusear o pêndulo livremente, explorando o material, sem propostas de tarefa. Em todos os casos, o experimentador procurou despertar a curiosidade dos sujeitos por meio de perguntas sobre o funcionamento do mecanismo, assim como sobre as possibilidades de sua exploração.

2º momento:

O pesquisador propôs problemas para os sujeitos:

- derrubar a garrafa usando o pêndulo;
- variarem, pesquisador e sujeito, a posição da garrafa ainda dentro da trajetória do pêndulo;
- colocarem a garrafa fora da trajetória do pêndulo, ainda na tentativa de derrubá-la.

No decorrer da atividade o pesquisador fez perguntas aos sujeitos, por exemplo:

- “Por que você derrubou aqui e ali não derrubou?”
- “E se eu puser aqui, o que você acha que vai acontecer?”
- “Agora eu vou colocar em outro lugar e quero ver o que você consegue?”
- “Onde você deve por a garrafa para o pêndulo alcançar?”
- “Se você jogar o pêndulo daqui, acha que vai acertar?”

Tais perguntas visaram obter dos sujeitos suas soluções para o problema, ou caminhos para a resolução.

BOLA AO ALVO:

a) Material

12 embalagens vazias de papelão de formatos diferentes (paralelepípedos e cubos), com tamanho variando entre 11 x 6 x 6 cm e 30 x 9 x 9 cm.

1 bola de borracha.

b) Organização do material

Os elementos do material foram aleatoriamente colocados no chão pelo experimentador.

c) Objetivo da atividade

A atividade tinha por objetivo a organização dos materiais pelos sujeitos, de modo a conseguirem eles derrubar o maior número possível de caixas com o arremesso da bola.

d) Procedimentos

1º momento:

Inicialmente o pesquisador deixou os sujeitos manusearem livremente os materiais, com poucas intervenções, limitando-se a perguntar-lhes o que poderia ser feito com aqueles materiais.

2º momento:

O pesquisador propôs um problema, pedindo aos sujeitos que organizassem os materiais de modo a poderem derrubar o maior número possível de peças com um arremesso da bola. No decorrer da atividade, realizou perguntas, tais como:

- “Como você pode arrumar essas caixas de um jeito que derrube quantas você conseguir, o máximo que você conseguir?”

- “Caiu mesmo sem você jogar a bola?”
- “O que está acontecendo que está caindo toda hora? Explique.”
- “Por que caiu?”

São perguntas formuladas com o objetivo de suscitar conflitos e gerar novas questões para os sujeitos.

3. PROCEDIMENTOS DE REGISTRO DOS DADOS

Todas as sessões foram registradas em vídeo e os dados registrados literalmente. Para cada transcrição foram realizadas duas revisões minuciosas. Este processo resultou em protocolos contendo os dados brutos, considerado o primeiro nível de registro dos dados.

Após essa etapa, os referidos dados brutos foram classificados em três categorias distintas: ESQUEMAS, REAÇÃO DO MATERIAL e INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR. Foi possível obter, assim, um segundo nível de registro dos dados, a partir da inserção de cada evento em uma daquelas categorias.

Finalmente, em um terceiro nível de registro dos dados, as categorias foram agrupadas em SEQUÊNCIAS DE EVENTOS, encerrando-se cada uma delas tão logo verificada uma das seguintes ocorrências:

- o sujeito expressa uma hipótese diferente (verbalmente ou por sua ação) ou;
- o experimentador faz uma proposta e o sujeito inicia uma nova série de condutas ou;

- o material reage e a partir disso o sujeito muda sua conduta.

Cada sequência foi numerada e organizada em um quadro, a fim de permitir uma melhor visualização do desenvolvimento dos eventos, podendo o leitor perceber as relações entre as condutas dos sujeitos, as reações dos materiais e as intervenções do experimentador.

Em seguida, ainda dentro deste terceiro nível de registro, foram estabelecidos RECORTES, formados por um grupo de sequências. O critério para a divisão dos recortes assemelha-se ao da divisão das sequências, ou seja, cada vez que um grupo de sequências encerra um tipo de conduta, havendo modificação na sequência seguinte, fecha-se um recorte. Assim, por exemplo, para o sujeito **B.**, na atividade do pêndulo, o recorte *A* é formado pelas sequências I até VIII, pois, a partir da sequência IX, há uma mudança de tipos de condutas do sujeito.

Esta divisão em recortes, sequências, esquemas, reações do material e intervenção do experimentador foi realizada a fim de facilitar o trabalho de análise dos dados. Isto porque, em um tipo de análise microgenética, como a que foi realizada neste trabalho, é fundamental olhar o encaminhamento das condutas dos sujeitos, do experimentador, e cada comportamento dos materiais, pois o que interessa verificar são as relações entre esses elementos.

4. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Para definir os procedimentos de análise dos dados, uma distinção importante a ser feita refere-se ao plano em que será considerado o sujeito. Isto porque, o plano epistemológico trata do sujeito epistêmico, que é o

sujeito dos conhecimentos normativos, “o nó comum ao conhecimento de sujeitos do mesmo nível de desenvolvimento.” (INHELDER *et alii*, 1992, p.8). O plano psicológico, por sua vez, trata do sujeito como indivíduo, com uma dinâmica própria e conhecimentos particulares.

Este trabalho traz a opção pelo plano psicológico, uma vez que tem, por contexto, a resolução de um problema que envolve materiais concretos manipuláveis por crianças em idade pré-escolar.

Saliente-se que esta escolha não implica em desvincular o plano psicológico e o epistemológico, mas sim em realizar um recorte metodológico para a análise dos dados, a fim de responder ao problema.

Decidiu-se, assim, pelo estudo da resolução de um problema pelos sujeitos, e não por pesquisar sua concepção sobre determinada noção (por exemplo, sobre o funcionamento do pêndulo). Esta é uma diferenciação importante, por implicar em um tipo particular de análise.

Compartilhar-se-á, pois, das idéias de Inhelder e colaboradores (1992), quanto à opção por uma análise funcional.

A intenção é verificar os processos funcionais utilizados pela criança ao aplicar seus conhecimentos em contextos particulares; decompondo seu sistema de ações em partes e explicando a ligação funcional entre elas, bem como as propriedades dessas mesmas ações em um todo integrado.

Esta forma de análise tem como objetivo verificar a relação entre o conhecimento físico e o lógico-matemático em cada recorte do conjunto de ações da criança.

O tipo de análise realizado é qualitativo, sendo feito a partir das descrições minuciosas das ações dos sujeitos, das reações dos materiais e das intervenções do experimentador.

Cada sequência de eventos foi analisada isoladamente, para depois ser relacionada às sequências anteriores e posteriores. Dessa forma, cada sequência foi inicialmente analisada tendo em conta os esquemas usados pelos sujeitos, as reações dos materiais e as intervenções do experimentador. Em seguida, cada sequência foi relacionada às outras do recorte, procurando-se verificar a ligação entre elas, ou seja, as mudanças ocorridas na sequência, em função da sequência anterior. Isto foi feito para cada uma delas, até fechar um recorte.

Para os recortes também foi feito esse tipo de análise, isto é, cada recorte foi analisado isoladamente e, em seguida, estabelecendo-se sua relação com o anterior.

Há que se fazer aqui um comentário sobre o mecanismo de aprendizagem: apesar de crermos que a intervenção ativa do professor, ou no caso desta pesquisa, do experimentador, pode provocar aprendizagem na criança, a presente análise não recairá sobre esse fenômeno enquanto modificação das estruturas de conhecimento, mas sim sobre os procedimentos utilizados na resolução da tarefa.

Há uma outra forma de abordagem, denominada estrutural, por meio da qual pode-se analisar o contexto de resolução de problemas mediante o exame da gênese dos conhecimentos envolvidos na situação, de modo a estudar a estrutura envolvida para a resolução da tarefa.

Nela caberia o estudo específico da compreensão do sujeito sobre as noções envolvidas em cada problema.

Nossa opção, porém, recai sobre a realização dos conhecimentos envolvidos nas tarefas, e não sobre sua compreensão. Enquanto a análise estrutural busca compreender “o núcleo profundo do pensamento”

(INHELDER, 1996, p. 81), a análise funcional procura entender o que se passa entre o sujeito e a situação.

Cabe ressaltar que a opção pela análise funcional significa fazer um recorte no tratamento do tema, mas não que uma forma de análise esteja sendo priorizada.

Sabe-se que as estruturas são responsáveis pelo desenvolvimento dos procedimentos, e que não faz sentido falar-se em procedimento sem as estruturas subjacentes. As palavras de Inhelder são suficientemente claras a esse respeito:

As estruturas são ligações permanentes do sistema cognitivo, que engendram suas possibilidades (aberturas) e necessidades (fechamentos). Na psicogênese, elas são, ao mesmo tempo, o acabamento de uma construção e uma abertura sobre novos possíveis. Elas têm para nós, antes de tudo, o sentido de uma estruturação dinâmica. Sua pertinência psicológica é algumas vezes posta em questão, pois o pensamento não as tematiza, mas é indispensável recorrer a elas, pois são sistemas de transformações estruturantes e estruturados, que dão conta de elaborações de inferências que se tornam, pouco a pouco, necessárias. As estruturas decorrem do que a criança sabe fazer, independentemente da consciência que tenha disso. (INHELDER, 1992, P. 20).

Feitas estas considerações, pode-se passar ao capítulo seguinte, pertinente à apresentação e análise dos dados.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo será iniciado pela análise dos dados obtidos da atividade do pêndulo, seguida da análise dos dados da atividade de bola-ao-alvo.

Serão apresentados os dados em seu terceiro nível de registro, seguidos da análise das relações entre os esquemas do sujeito, as intervenções dos experimentador e as reações dos materiais. Tais dados foram organizados em quadros relativos a cada sujeito em cada atividade, e foram subdivididos em recortes efetuados nos protocolos.

Os dados são relativos às realizações dos sujeitos **B.** e **L.** nas duas atividades e para o sujeito **V.**, na atividade do pêndulo, uma vez que se recusou a participar da atividade de bola-ao-alvo.

1. ANÁLISE DOS DADOS DA ATIVIDADE DO PÊNDULO

1.1 SUJEITO: B. (4; 0)

MOMENTO EXPLORATÓRIO:

QUADRO 1.1: Recorte A (SEQUÊNCIAS de I a VIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
I	Olha para a filmadora e sorri Bate a garrafa no fio	O fio movimenta-se	Pede que invente um jeito de brincar
II	Põe a garrafa sobre o X Coloca a garrafa sobre o X	O pêndulo, em movimento, derruba a garrafa	

III	Ergue o peso até esticar completamente os braços Solta o peso na vertical no sentido descendente	O pêndulo não atinge a garrafa	Pergunta o que mais dá para fazer
IV	Posiciona-se a 60 cm de X e começa a balançar o fio com mais força, segurando-o no meio Solta o pêndulo	O pêndulo descreve seu movimento natural; a garrafa não é atingida	
V	Tenta pegar o pêndulo Segura o pêndulo Coloca a garrafa ao lado de X Pára o peso sobre o X Coloca a garrafa a 10 cm de X Leva o peso a 2,5 m de X Arremessa o pêndulo segurando no peso Sorri Vai buscar a garrafa “Não!” “Tô!”	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se derrubou Pergunta se conhece o material Explica o que é Pergunta se está gostando
VI	Põe a garrafa sobre o X Leva o peso a 2, 5m de X, em oposição à posição anterior Segura o fio até esticar completamente o braço Arremessa o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	
VII	Fala algo incompreensível “Tem que amarrar isso aqui com uma cordinha!”		Pede que explique melhor

VIII	Corre e pega o peso Coloca-se a 2, 5m de X Arremessa aleatoriamente	O pêndulo descreve seu movimento natural	
------	---	--	--

Neste recorte, o sujeito percebe a possibilidade que o material oferece frente à situação, uma vez que ao bater com a garrafa no fio começa a perceber seu movimento. Em seguida, muda de atitude: usa o pêndulo para derrubar a garrafa, e não mais a garrafa para atingir o pêndulo.

Em suas primeiras condutas já adota o comportamento de esticar o fio ao máximo, posicionando-se no ponto onde isto seja possível. Além disso, começa a mudar sua posição para lançar pêndulo.

Nesse sentido, o sujeito, com seu quadro lógico-matemático anterior, aplica um esquema familiar (bater um objeto contra outro) a um novo material, no caso específico, bater a garrafa contra o fio.

O material reage, de forma que o sujeito reorganiza seu esquema (bater) e aplica-o de outra forma: bater o pêndulo contra a garrafa. O próprio material dá pistas para que o sujeito reorganize seus esquemas, pois o pêndulo derruba a garrafa em seu movimento natural, podendo ele observar a reação dos materiais.

Pode-se dizer que o sujeito abstrai propriedades do material mediante abstração empírica; e propriedades resultantes de sua ação sobre os materiais, mediante abstração pseudo-empírica.

Assim, o material tem influência no comportamento do sujeito, uma vez que a um determinado tipo de reação do material corresponde um tipo particular de ação do sujeito.

É importante ressaltar que o sujeito começa a agir de acordo com seus esquemas prévios, portanto, de acordo com um quadro lógico-matemático anterior.

QUADRO 1.2: Recorte *B* (SEQUÊNCIAS de IX à XIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
IX	Interrompe o movimento do pêndulo segurando o peso pela mão <i>"Eu tô tentando por isso (aponta o peso) pra empurrar tudo aqui na garrafa... (esticando o fio leva o peso na direção da garrafa que está caída) ...daí ela vai bater na parede e vai ser gol"</i>		
X	Muda a posição da garrafa aproximando-a de X Coloca-se a 2m de X Arremessa o pêndulo segurando pelo peso <i>"Não, eu vou fazer isso..."</i>	O pêndulo derruba a garrafa	Incentiva Pergunta se já é "gol" quando a garrafa cai
XI	Põe a garrafa sobre o X Enrola o fio no sentido ascendente		
XII	Com o peso na mão posiciona-se a 2,5 m de X Mira a garrafa <i>"Eu vou fazer assim, ó"</i> Arremessa o pêndulo <i>"Não, tem que ela bater na parede"</i>	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se derrubou Repete a afirmação

XIII	Põe a garrafa deitada a 1m de X Coloca a garrafa sobre X Pergunta se o experimentador quer ver <i>“As pessoas sempre faz uma corda bem grande pra ir lá em cima (aponta o ponto de fixação) pra cair assim”</i> Arremessa o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta o quê
------	---	------------------------------------	----------------

Neste recorte há alguns ajustes de condutas em função das propriedades do material, por exemplo, o sujeito não imprime força ao movimento, preocupando-se apenas em manter o fio esticado.

Começa a arriscar mudanças de posição da garrafa, deixando de mantê-la somente sobre o X, como no recorte A. Tenta também derrubar a garrafa de forma a batê-la na parede; enrolar o fio no sentido ascendente; além de começar a usar a mira. Ocupa-se em dar, ainda, uma explicação verbal, dizendo: *“as pessoas sempre faz uma corda bem grande para ir lá em cima (apontando para o ponto de fixação no teto) pra cair assim”*. Desse modo, parece já fazer menção ao comprimento do fio, pois relaciona o comprimento ao fato da garrafa ser derrubada.

Assim, se no recorte A o sujeito estava entrando em contato com o material, apreendendo suas características básicas e suas reações, aqui já começa a imaginar o que pode fazer com ele, no sentido de inventar novos procedimentos, expressos nas sequências do recorte. O sujeito reorganiza seus esquemas iniciais no recorte A, podendo seguir adiante, no decorrer do recorte B, em suas descobertas sobre o material.

Se no recorte anterior as grandes descobertas são o movimento pendular e a possibilidade de derrubar a garrafa com o pêndulo, neste recorte inventa algo que vai além das descobertas anteriores: derrubar a garrafa para arremessá-la contra a parede e fazer um gol, numa referência clara a uma atividade provavelmente conhecida, o futebol.

O sujeito utiliza os conhecimentos adquiridos no recorte *A* para criar uma nova forma de se relacionar com o material no recorte *B*.

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA PELO EXPERIMENTADOR:

QUADRO 1.3: Recorte C (SEQUÊNCIAS de XIV a XVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIV	Muda sua posição: coloca-se na direção da garrafa, do outro lado de X (a 2,5 m e X) Arremessa o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Faz a proposta do problema
	<i>“É que a corda é muito grande e ela consegue ir nesse lugar”</i>		Valoriza
	Fica movimentando o fio aleatoriamente enquanto fala		Valoriza

XV	<p>Posiciona-se na mesma direção da garrafa; do outro lado de X, a 2,5m de X</p> <p>Arremessa o pêndulo</p> <p>Põe a mão na cintura</p> <p>Verbaliza que não derrubou</p>	<p>O pêndulo não atinge a garrafa</p>	<p>Muda a garrafa de lugar (fora da trajetória do pêndulo, a 2m de X)</p> <p>Repete a afirmação do sujeito</p>
XVI	<p>Pega o fio</p> <p>Posiciona-se sobre o X</p> <p>Arremessa com mais força</p> <p>Segura o peso</p>	<p>O pêndulo vai e volta</p>	
XVII	<p><i>"E se eu fizer assim?"</i></p> <p>Leva o peso na direção da garrafa</p> <p>Estica o fio ao máximo, tentando alcançar a garrafa</p> <p>Arremessa o pêndulo do ponto onde está mais esticado</p>	<p>A garrafa não é atingida pelo pêndulo</p>	<p>Pergunta se ele acha que vai dar</p>
XVIII	<p><i>"Eu acho...tenho que fazer assim..."</i></p> <p>Pega o pêndulo</p> <p>Volta para a posição que estava antes de esticar o fio</p> <p>Mira a garrafa</p> <p>Arremessa com força</p> <p><i>"Ah!"</i></p> <p>Responde que não</p>	<p>A garrafa não é atingida pelo pêndulo</p>	<p>Pergunta se derrubou a garrafa</p>

Verificam-se algumas mudanças de hipóteses significativas, que serão explicitadas em seguida.

Em primeiro lugar, o sujeito usa o argumento “tamanho da corda”, uma vez que relaciona o sucesso ao comprimento do fio. Faz referência clara às propriedades dos materiais e às relações estabelecidas entre elas.

Quando o experimentador coloca a garrafa fora da trajetória do pêndulo (sequência XV), o sujeito parece aborrecer-se por não conseguir atingir seu objetivo. Decide mudar sua posição, aproximando-se do alvo (sequência XVI). Utiliza, neste caso, uma segunda hipótese, expressa pelo argumento “chegar mais perto do alvo”. Procura, enfim, adequar seus esquemas, portanto seus quadros lógico-matemáticos anteriores, às exigências impostas pelo material e suas propriedades. Percebe que com seus esquemas atuais não poderia obter êxito, resolvendo assim atualizá-los para poder alcançar sua meta.

Quando suas tentativas anteriores não dão o resultado esperado, apresenta uma terceira hipótese: estica o fio ao máximo e daquele ponto arremessa o pêndulo, como se quisesse somar ambos os movimentos (esticar e arremessar). Parece perceber a relação entre a trajetória do pêndulo e o tamanho do fio (compreensão ainda rudimentar), uma vez que crê poder aumentar o movimento do pêndulo. O sujeito parece atribuir ao objeto suas concepções, como se o fio pudesse ser esticado ainda mais.

Ainda que essa hipótese não seja adequada à solução completa do problema, é importante destacar a atuação do sujeito. Parece desconsiderar o ponto de fixação no teto, bem como o próprio mecanismo do pêndulo, pois age como se estivesse levando o peso pela mão para um ponto mais próximo do alvo, para dali fazer um novo arremesso.

Essa conduta demonstra que o sujeito não compreende que a trajetória do pêndulo está ligada a determinados fatores, como o ponto de fixação e o comprimento do fio. Nesse caso, age de acordo com seus quadros lógico-matemáticos anteriores, não demonstrando haver nenhum tipo de mudança de nível de conduta, em função da presença do material: o pêndulo é utilizado como se fosse apenas um fio com um peso na ponta.

Finalmente, decide voltar à posição inicial e imprimir força ao movimento. Aqui aparece a quarta hipótese: se o pêndulo for arremessado com força poderá atingir a garrafa, independentemente de seu ponto de fixação e de sua trajetória. Mais uma vez assiste-se ao uso de esquemas prévios do sujeito em situações novas: se em outras situações ele obteve êxito arremessando com força um objeto para alcançar uma alvo que se encontrava longe, nesta situação utiliza o mesmo esquema. Porém, agora, não leva em consideração todas as características do material, mas somente algumas delas, não abstraindo, assim, todas as suas propriedades.

QUADRO 1.4: Recorte *D* (SEQUÊNCIAS de XIX a XXIV)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIX	<p>Pega o pêndulo Pega a garrafa <i>"Acho que vou por ela em algum lugar aqui"</i> Coloca-a em outra posição, a 2m de X, fora da trajetória do pêndulo (troca de lugar com a garrafa) Muda sua posição Arremessa o pêndulo</p> <p>Diz que não</p>	O pêndulo não atinge a garrafa	Pergunta se deu certo
XX	<p>Coloca-se na mesma posição anterior Mira a garrafa Arremessa o pêndulo</p>	A garrafa não é atingida pelo pêndulo	Pergunta se deu certo
XXI	<p>Muda a posição da garrafa, aproximando-a de X e mantendo a mesma direção</p> <p><i>"Ela derrubou"</i></p>	O pêndulo, que estava em movimento, derruba a garrafa	<p><i>"E agora?"</i></p> <p>Pergunta o que está acontecendo agora</p>

XXII	<p>Pergunta para o experimentador se ele quer ver Coloca a garrafa na posição anterior (fora da trajetória do pêndulo)</p> <p>Diz que vai mostrar Arremessa o pêndulo</p> <p>Não espera o pêndulo voltar e sai correndo em direção à garrafa Retira a garrafa da posição onde havia colocado Aproxima a garrafa de X, mas mantém a mesma direção</p> <p>Espera para ver se o pêndulo alcança a garrafa</p> <p>Aproxima a garrafa de X, mantendo a direção.</p> <p>Aproxima a garrafa mantendo a mesma direção</p> <p>Aproxima a garrafa mantendo a mesma direção</p> <p>Sorri.</p>	<p>O pêndulo não acerta a garrafa</p> <p>O pêndulo ainda está em movimento</p> <p>O pêndulo, que está em movimento, não acerta a garrafa</p> <p>O pêndulo, em movimento, não acerta a garrafa</p> <p>O pêndulo, em movimento, não acerta a garrafa</p> <p>O pêndulo, em movimento, derruba a garrafa</p>	<p>Pergunta por que a garrafa foi derrubada nesta posição e não na anterior</p> <p>Diz que quer ouvir a explicação</p>
XXIII	<p>Tenta explicar, fica evasivo: “Porque, porque, olha...”</p>		<p>Pergunta por que a garrafa foi derrubada na última posição e não nas anteriores</p>

XXIV	<p>Pára o pêndulo sobre o X Aponta para o local onde a garrafa estava inicialmente <i>“Aqui é fundo e olha o tamanho dessa corda...(aponta o fio)”</i></p> <p>Corre para o outro lado da sala. Diz que ali é fundo também</p> <p>Coloca a garrafa a 10 cm de X Tenta explicar verbalmente; fica evasivo: <i>“Aqui é, é, é...daí ela faz assim, ó”</i> Pega o pêndulo Coloca-se na última posição Chama a atenção do experimentador para o tamanho do fio e o ponto de fixação no teto</p> <p>Chama novamente a atenção do experimentador para o tamanho do fio e o ponto de fixação no teto, apontando com o dedo desde o ponto de fixação até o peso que está em suas mãos, mantendo o fio bem esticado Tenta explicação verbal: <i>“aquela corda tá de lá até chegar aqui, daí vai jogar, uma criança vai jogar, daí aquela coisa vai lá na garrafa, daí ela faz a garrafa ir lá.”</i> Arremessa o pêndulo</p>	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	<p>Repete o que o sujeito diz incentivando que fale mais</p> <p>Repete o que o sujeito diz incentivando que fale mais</p> <p>Garante que está prestando atenção</p>
------	--	------------------------------------	---

O sujeito demonstra nova hipótese para a resolução do problema: alterar o lugar da garrafa. Nas primeiras alterações que faz, curiosamente ainda deixa-a fora da trajetória do pêndulo. Na terceira alteração é que aproxima a garrafa do X. Por meio dessas condutas o sujeito expressa uma relação entre distância e tamanho do fio.

Além disso, usa a mira para poder arremessar o pêndulo na direção da garrafa.

Para este sujeito as explicações verbais parecem difíceis, pois toda vez que o experimentador pede-lhe um esclarecimento, fica evasivo, dando respostas pouco claras. Opta, então, por mostrar com o próprio material, para ter certeza de que o experimentador está lhe dando a devida atenção. Tal fato é perfeitamente compreensível, uma vez que aos quatro anos a criança ainda não dispõe do recurso verbal suficientemente desenvolvido, além de suas ações serem essencialmente práticas.

Dois pontos parecem importantes nas explicações do sujeito: o primeiro deles refere-se à palavra “fundo”, usada para explicar a posição da garrafa fora da trajetória do pêndulo. Tratar-se-á de mera questão semântica, ou, ao contrário, evoca alguma informação sobre a forma de o sujeito perceber o espaço que o rodeia? Provavelmente configura explicação apoiada em argumentos topológicos, característicos desta faixa etária.

O segundo diz respeito ao fato de que ele usa os materiais para explicar o que aconteceu, apoiando sua explicação na manipulação da garrafa, e não do pêndulo, pois ignora a intensidade do movimento, concentrando-se somente na posição da garrafa.

O sujeito coloca o pêndulo em movimento para iniciar sua explicação, em seguida começa a mudar a posição da garrafa, ignorando o pêndulo.

Conforme o movimento do pêndulo vai diminuindo sua intensidade, é natural que sua trajetória vá ficando mais curta.

O sujeito não considera essa característica do material, pois corre para fazer aproximações sucessivas da garrafa, a fim de que seja alcançada pelo pêndulo. Mais uma vez, há aqui compreensões parciais, já que os conhecimentos adquiridos não são integrados em um sistema total, considerando ele ora um aspecto, ora outro, sem conseguir coordená-los.

Este último ponto pode ser interpretado como uma dificuldade de compreender o movimento pendular em sua complexidade, de modo que o sujeito apreende apenas algumas das propriedades do material, cada uma delas isoladamente. Resta verificar se a compreensão dessas partes integra-se em um novo todo, ou, se permanecerá fragmentada.

QUADRO 1.5: Recorte *E* (SEQUÊNCIAS de XXV a XXVI)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXV	<p>Sobe em uma mesa lateral com o pêndulo</p> <p>Estica o fio <i>"Olha onde a corda vai, viu?"</i> Arremessa o pêndulo</p> <p>Desapontado diz que não deu certo.</p>	<p>O pêndulo não acerta a garrafa</p>	<p>Coloca a garrafa a 1, 5m de X</p> <p>Pede que tenha cuidado e pergunta se acha que vai dar</p> <p>Pergunta se deu certo</p>

XXVI	Desce da mesa Pega a garrafa Pergunta: <i>"E se eu puser assim, olhe"</i> . Amarra o fio na garrafa <i>"Um negócio"</i> Sobe na mesa levando o pêndulo amarrado à garrafa Arremessa o pêndulo amarrado à garrafa Diz que está amarrado <i>"É, tem que desamarra esse negócio"</i> Desamarra a garrafa do pêndulo		Pergunta como será Pergunta o que está fazendo Pede que explique depois "E agora?" Afirma que assim ela não cairá
------	---	--	---

Nesse momento o sujeito inventa uma nova forma de arremessar o pêndulo: subindo na mesa. Ao fazer isso, embora não verbalize nada que aponte nesse sentido, possivelmente demonstra uma outra hipótese: se o pêndulo fosse arremessado de cima ele iria mais longe. Estaria assim novamente introduzindo uma relação entre os materiais, a partir de suas propriedades físicas, de acordo com seus quadros lógico-matemáticos prévios.

Provavelmente em situações anteriores, já teve a oportunidade de experimentar esse tipo de combinação entre os materiais, onde, ao arremessar algo de cima o objeto descreve um tipo particular de trajetória.

Além disso, ao amarrar a garrafa no pêndulo, pode estar buscando uma solução nova, neste sentido, uma nova hipótese também. Quando o

experimentador afirma que dessa forma não é possível derrubar a garrafa, o sujeito decide desamarrá-la.

QUADRO 1.6: Recorte *F* (SEQUÊNCIAS de XXVII a XXIX)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXVII	<p><i>"Vou fazer assim"</i> Começa a balançar o peso aleatoriamente</p> <p><i>"Não vou fazer assim não!"</i></p>	O peso bate em sua cabeça	<p>Diz que vai colocar a garrafa em outro lugar</p> <p>O experimentador passa a mão em sua cabeça</p> <p>"Assim não, né?"; e pede que segure o pêndulo enquanto coloca a garrafa em outro lugar (fora da trajetória do pêndulo) para ver se ele consegue derrubar</p>
	<p><i>"Tá, enquanto isso eu vou ficar fazendo assim"</i>. Fica mexendo no pêndulo aleatoriamente. Arremessa o pêndulo</p> <p><i>"É que a cordinha é meio assim, e lá é meio fundo (aponta o local da garrafa) e a cordinha não consegue alcançar ela"</i></p>	O pêndulo não derruba a garrafa	Pergunta o que está acontecendo

XXVIII	Coloca a garrafa a 10 cm de X, dizendo: “Aqui!” Posiciona-se na mesma direção da garrafa, a 2m de X Arremessa o pêndulo Diz que sim e que tem mais um lugar	O pêndulo derruba a garrafa	Pergunta onde a garrafa deve ser colocada para ser alcançada pelo pêndulo Pergunta se ali é um lugar adequado para a garrafa ser derrubada
XXIX	Coloca a garrafa sobre a mesa Muda sua posição Arremessa o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	

Quando o experimentador coloca a garrafa fora da trajetória do pêndulo, o sujeito faz somente uma tentativa de arremesso. Assim que percebe que o alvo não foi atingido, diz que o fio não alcança a garrafa.

Ao ser indagado sobre onde a garrafa pode ser colocada para que seja atingida, ele coloca-a próxima do X. É curioso o papel desempenhado pelo X marcado no chão. Para o sujeito, esta marca é considerada como um lugar provável para que a garrafa seja derrubada pelo pêndulo, possivelmente por já ter experimentado isto no decorrer da atividade.

Finalmente, arrisca um lugar pouco convencional para a garrafa: sobre a mesa.

O sujeito parece já ter compreendido a relação entre distância e tamanho do fio, pois quando o experimentador coloca a garrafa fora da trajetória do pêndulo, ele faz somente uma tentativa de arremesso. Quando percebe que não atingirá o alvo, diz que o fio não alcança a garrafa por ela estar em um lugar “fundo”.

1.2 SUJEITO: V. (4;0)

MOMENTO EXPLORATÓRIO:

QUADRO 2.1: Recorte A (SEQUÊNCIAS de I a III)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
I	Mexe no fio levemente Levanta a garrafa Coloca-a sobre o X	O peso derruba a garrafa	Deixa-o à vontade para explorar o material
II	Na mesma posição anterior mexe levemente no fio Recoloca a garrafa sobre o X	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Incentiva perguntando como ele acha que dá para brincar
III	Mexe no cabelo "Não sei" Mexe na orelha e no cabelo Gesto negativo com a cabeça "Eu não sei" (mexendo no cabelo)		Incentiva perguntando como acha que dá para brincar "Não sabe?" Pergunta se ele sabe como se chama o material Fala o nome do material e se ele sabe o que dá para fazer com ele Incentiva perguntando como ele acha que dá para brincar

Nesse momento inicial o sujeito derruba a garrafa usando o pêndulo. Em suas primeiras condutas não mexe no peso, mas sim levemente no fio, empurrando-o em direção à garrafa. Neste recorte insiste em manter a garrafa sobre o X, parecendo que a presença desta marca influencia suas condutas.

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA PELO EXPERIMENTADOR:

QUADRO 2.2: Recorte B (SEQUÊNCIAS de IV a V)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
IV	Mexe levemente no fio Sinal afirmativo com a cabeça, recolocando-a em X	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se dá para derrubar a garrafa
V	Mexe levemente no fio Coloca a garrafa sobre o X	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se dá e pede que tente derrubar a garrafa usando o pêndulo

Mesmo com a proposição do problema pelo experimentador, o sujeito não muda sua atitude. Age da mesma forma, como no recorte A.

QUADRO 2.3: Recorte C (SEQUÊNCIAS de VI a IX)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
VI	<p>Gesto afirmativo, mexendo na orelha e no cabelo</p> <p>Pega o fio a 40 cm do peso Chega bem perto da garrafa Mexe no fio</p> <p>Recoloca a garrafa sobre o X Afasta-se mexendo na orelha e no cabelo</p>	<p>A garrafa é derrubada pelo pêndulo</p>	<p>Pergunta se dá para derrubar</p> <p>Incentiva que derrube a garrafa usando o pêndulo</p> <p>Valoriza</p>
VII	<p>Gesto afirmativo com a cabeça Fica a uma distância entre a garrafa e o X Empurra o fio na direção da garrafa</p> <p>Recoloca a garrafa sobre X Afasta-se Senta em um banco lateral</p>	<p>A garrafa é derrubada pelo pêndulo</p>	<p>Coloca a garrafa 50 cm de X e pergunta se acha que dá para derrubar</p> <p>Valoriza que deu certo</p> <p>Valoriza</p>

VIII	Coloca-se entre a garrafa e o X Leva o fio na direção da garrafa Gesto afirmativo com a cabeça "Deu" Recoloca a garrafa sobre o X	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Coloca a garrafa a 60 cm de X, pergunta se ele acha que dá para derrubar Pergunta se deu certo "Deu?"
IX	Recoloca a garrafa sobre o X	O pêndulo, que estava em movimento, derruba a garrafa ao encostar nela levemente	Valoriza que deu certo

O sujeito muda suas soluções em relação ao recorte anterior, no sentido de apresentar uma conduta mais afirmativa. Ele leva o fio na direção da garrafa de uma maneira mais intencional, e não fica mexendo levemente no fio como fazia antes. Ainda assim ele não arremessa, sempre leva o peso pela mão até a garrafa. Além disso, muda sua própria posição, aproximando-se mais do alvo nas três vezes em que vai tentar derrubar a garrafa.

É interessante notar que a percepção da situação é bastante parcial para o sujeito, pois sequer olha para cima (onde está o ponto de fixação do mecanismo). Age como se o material não fosse um pêndulo, mas sim um bloco de madeira amarrado a um fio. Esse comportamento persistirá por toda a atividade.

De qualquer forma, o sujeito tem que se adaptar às exigências que o material lhe impõe e acomodar seus esquemas às perturbações advindas do meio, uma vez que há uma mudança em relação ao recorte anterior: a aproximação do alvo e uma conduta mais afirmativa e menos exploratória.

QUADRO 2.4: Recorte *D* (SEQUÊNCIAS de X a XII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
X	<p>Leva o peso pela mão segurando o fio a 30 cm do peso até ficar a 30 cm da garrafa</p> <p>Balança o peso aproximadamente 10 vezes</p> <p>Estica completamente o fio segurando pelo peso</p> <p>Gesto afirmativo com a cabeça</p> <p>Recoloca a garrafa sobre o X</p>	<p>O peso toca levemente a garrafa, que cai</p>	<p>Coloca a garrafa a 2m de X e pergunta se ele acha que dá para derrubar</p> <p>Pergunta se deu certo</p>

XI	<p>Estica completamente o fio segurando pelo peso Leva o peso na direção da garrafa</p> <p>Ao perceber que não alcança faz gesto negativo com a cabeça</p> <p>Fica mexendo no fio aleatoriamente "Porque não"</p> <p>"Porque não".</p> <p>"Porque não" enquanto fica mexendo no pêndulo</p>	O fio não alcança a garrafa	<p>Coloca a garrafa a 2m de X (fora da trajetória do pêndulo) e pergunta se ele acha que dá</p> <p>Pergunta o porquê</p> <p>Pergunta o porquê de não dar certo</p> <p>"Por que não?" Pergunta novamente porque não deu certo</p>
XII	<p>Estica completamente o fio segurando pelo peso Leva o peso na direção da garrafa</p> <p>"Só se for com a mão".</p> <p>"Não, com o pé também"</p>	O fio não alcança a garrafa	<p>Incentiva que tente derrubar</p> <p>"Só se for com a mão?" Pergunta se com o pêndulo não dá</p>

O sujeito apresenta uma conduta diferente: estica o fio e gira o peso, segurando o fio a 30 cm do peso. Até agora não tinha experimentado esta possibilidade, provavelmente por não ter colocado a garrafa longe do X (quem colocou foi o experimentador).

Continua a ignorar o ponto de fixação no teto, pois estica o fio e segura o peso em sua mão para derrubar o alvo, como se estivesse batendo um bloco de madeira em uma garrafa, independente deste bloco fazer parte do mecanismo do pêndulo. Além disso, mantém o comportamento de recolocar a garrafa sobre o X após ser derrubada.

Quando a garrafa é colocada fora da trajetória do pêndulo pelo experimentador, o sujeito estica o fio na direção do alvo e já prevê que ela não será atingida. Porém, quando é questionado sobre o porquê, não sabe explicar, só diz que o fio não alcançaria a garrafa. Quando é incentivado a tentar derrubar a garrafa de alguma forma, cria uma outra hipótese: só se for com o pé ou com a mão.

Neste recorte, o sujeito parece ter descoberto mais alguma coisa sobre este material: que o fio pode ser esticado, e que nem sempre o alvo poderá ser atingido. São compreensões sobre o problema proposto, baseadas no comportamento do material, sem dúvida, mas ainda muito parciais, como se ele estivesse experimentando cada parte da solução, sem conseguir integrar os conhecimentos em uma nova totalidade.

QUADRO 2.5: Recorte E (SEQUÊNCIAS de XIII a XIV)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIII	<p>Aproxima a garrafa do X</p> <p>Mexe no fio segurando-o a 20 cm do peso Leva o peso pela mão, não alcança a garrafa Aproxima a garrafa em 20 cm mantendo a mesma direção Mexe no fio aleatoriamente Aproxima mais a garrafa, mantendo a mesma direção</p>	<p>A garrafa mantém a mesma direção mas está fora da trajetória do pêndulo</p> <p>O pêndulo derruba a garrafa</p>	<p>“Com o pé também?” Pergunta onde a garrafa pode ser colocada para que possa ser derrubada</p>
XIV	<p>Coloca a garrafa a 1,6 m de X Arremessa o pêndulo</p>	<p>A garrafa é derrubada pelo pêndulo</p>	<p>Pergunta se ali dá</p>

Aparece aqui mais uma conduta nova: aproximar a garrafa do X para que possa ser derrubada. Para o sujeito o X é uma marca muito forte, uma vez que todas as vezes em que a garrafa é derrubada, recoloca-a sobre ele.

Leva o peso pela mão até a garrafa, mas quando vê que não será atingida, não tenta novamente e imediatamente aproxima-a mais ainda de X.

Ele expressa, por meio de suas condutas, a hipótese de que se estiver longe do X a garrafa não poderá ser derrubada.

QUADRO 2.6: Recorte *F* (SEQUÊNCIAS de XV a XVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XV	<p>Coloca a garrafa na mesma direção da última posição, mais próxima à parede</p> <p>Leva o peso pela mão até a garrafa Estica o fio ao máximo</p> <p>Solta o pêndulo</p>	<p>A garrafa fica a 1,60 m de X, perto da parede</p> <p>O pêndulo não alcança a garrafa</p> <p>O pêndulo descreve sua trajetória natural</p>	<p>Pergunta se ali dá para derrubar o pêndulo</p>
XVI	<p>Observa o movimento do pêndulo Quando o pêndulo está voltando em sua direção dá um empurrão no fio na direção da garrafa</p> <p>Cobre a cabeça</p>	<p>O pêndulo desgoverna-se</p>	
XVII	<p>Pega o pêndulo Fica mexendo no fio aleatoriamente Tenta alcançar a garrafa esticando o fio em sua direção, segurando o fio pela mão</p> <p>Gesto negativo com a cabeça</p>		<p>Pergunta se ali dá para derrubar com o pêndulo</p>

XVIII	Arremessa com força o pêndulo na direção da garrafa		Pergunta se não deu e onde pode por a garrafa para que seja derrubada
-------	---	--	---

Só agora parece ter observado o movimento do pêndulo, pois pára a fim de observá-lo enquanto está descrevendo seu movimento natural. Nesse momento apresenta uma nova conduta: dá um empurrão no fio quando ele passa ao seu lado, como se pretendesse dar mais intensidade ao movimento, mas sem desviá-lo de sua rota natural. Provavelmente sua hipótese é que se o movimento for mais intenso o fio chegará mais longe. Esta hipótese aplica-se a outros tipos de materiais, por exemplo, para o lançamento de uma bola ou qualquer material que não tenha um raio delimitado, como é o pêndulo.

Há que se lembrar que, por mais forte que seja o lançamento, há uma trajetória com uma circunferência determinada de acordo com o comprimento do fio.

Ele prevê a reação do pêndulo quando começa a imprimir força em seus empurrões, pois abaixa-se e cobre sua cabeça.

O sujeito utiliza, assim, um esquema familiar, de acordo com seus quadros lógico-matemáticos prévios, a um novo material. Porém, não é capaz de levar em conta e integrar em um todo as várias características de composição deste material. Talvez perceba algumas, mas não consegue coordenar as diversas possibilidades de relações entre elas.

O sujeito parece apreender algumas delas, mas não consegue integrar em uma nova totalidade aquilo que foi apreendido.

QUADRO 2.7: Recorte G (SEQUÊNCIAS de XIX a XXII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIX	<p>Pega o pêndulo Fica mexendo aleatoriamente no pêndulo</p> <p>Coloca a garrafa a 90 cm de X, na diagonal</p> <p>Fica ao lado da garrafa Mexe no fio tentando acertar a garrafa</p>	O peso não derruba a garrafa	<p>Repete a pergunta</p> <p>Pergunta se é ali</p> <p>Pergunta se ali deu certo</p>
XX	<p>Pega o pêndulo segurando o peso pela mão Leva o pêndulo na direção da garrafa Tenta encostar o peso na garrafa Derruba a garrafa com a mão Levanta a garrafa <i>"Com o dedo e com a mão dá também"</i></p>		<p>Repete sua afirmação e pergunta se com o pêndulo dá também</p>
XXI	<p>Aproxima a garrafa de X mantendo a mesma direção Arremessa o pêndulo</p>	A garrafa derruba o pêndulo	

XXII	Gesto afirmativo com a cabeça Aproxima mais a garrafa Mexe aleatoriamente no pêndulo tentando derrubar a garrafa		Pergunta se com o pêndulo não dá, pois nessa posição atual dá
	Aproxima a garrafa de X, mantendo a direção e ficando a 40 cm de X	O pêndulo não derruba a garrafa O pêndulo derruba a garrafa	
	Gesto afirmativo com a cabeça		Pergunta se deu Repete a pergunta

Neste recorte o sujeito arrisca novas posições para a garrafa, colocando-a diagonalmente, fora do eixo vertical da sala. Experimenta também afastá-la e aproximá-la do X: coloca a garrafa fora da trajetória do pêndulo, tenta esticar o fio para alcançá-la e, não conseguindo, derruba-a com a mão; quando é solicitado a derrubar a garrafa usando o pêndulo, aproxima a garrafa do X.

No recorte C, o sujeito começa a mudar sua própria posição, aproximando-se da garrafa, e no recorte E começa a mudar a posição da garrafa, aproximando-a de X. Neste recorte o sujeito demonstra um conhecimento adquirido: quanto mais perto de X, mais chances a garrafa tem de ser derrubada. Ele parece “brincar” com a situação, tentando outras posições mais distantes, mas quando é pedido que resolva o problema efetivamente, volta ao conhecimento já adquirido: manter a garrafa perto do X.

QUADRO 2.8: Recorte *H* (SEQUÊNCIAS de XXIII a XXVI)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXIII	<p>Pega a garrafa Deixa o pêndulo enroscar-se no seu corpo Coloca a garrafa sobre X Segura o fio a 40 cm do peso, fica mexendo no pêndulo tentando derrubar a garrafa</p> <p>Pega a garrafa Coloca a garrafa sobre X</p>	O pêndulo derruba a garrafa	
XXIV	<p>Arremessa o pêndulo</p> <p>Fica observando o movimento do pêndulo Pega o fio Arremessa com mais força</p> <p>Cobre a cabeça com as duas mãos Abaixa-se</p> <p>Perto da garrafa dá um leve empurrão no fio</p> <p>Coloca a garrafa sobre o X</p>	<p>O pêndulo descreve uma trajetória oval cujo centro é o X</p> <p>O pêndulo bate na parede e volta na sua direção</p> <p>O pêndulo diminui a intensidade de seu movimento</p> <p>A garrafa é derrubada pelo pêndulo</p>	
XXV	<p>Mexe no fio aleatoriamente Observa o movimento do pêndulo Quando o pêndulo passa perto da garrafa dá um empurrão no fio na direção da garrafa</p> <p>Abaixa-se cobrindo a cabeça com as duas mãos.</p>	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	

XXVI	Pega o fio segurando-o a 40 cm do peso Tenta levá-lo até a garrafa empurrando o fio Espera o pêndulo voltar Segura o fio a 5 cm do peso Leva o fio até a garrafa Mexe no peso Diz que derrubou com o pêndulo e com a mão Coloca a garrafa sobre o X.	O peso derruba a garrafa	Propõe que seja derrubada colocando-a a 1m de X Pergunta se deu e se derrubou com o pêndulo ou com a mão Repete sua afirmação
------	---	--------------------------	---

Aparece agora uma série de condutas aparentemente exploratórias do sujeito, não ficando evidenciada nenhuma hipótese que aponte para a resolução do problema. Pelo contrário, parece que o sujeito está brincando com o material, mais “relaxado”, após uma série de atividades que se empenhou em tentar resolver.

Pode ser também que o sujeito esteja exausto e já sem interesse pela atividade. Isto fica claro quando ele deixa o pêndulo enroscar-se em seu corpo; arremessa-o na direção da parede com força e depois abaixa-se para fugir de sua reação; dá empurrões aleatórios no pêndulo na direção da garrafa.

De qualquer maneira, é ao final dessas sequências que o experimentador decide encerrar a atividade.

Vale observar que o sujeito repete algumas condutas que já haviam surgido em recortes anteriores: derrubar com a mão, levar o pêndulo pela mão até a garrafa, dar um empurrão no fio aproveitando seu movimento

natural, imprimir mais força ao movimento na tentativa de fazer com que o pêndulo fosse mais longe.

Talvez esteja fazendo algum tipo de síntese dos conhecimentos adquiridos no decorrer da atividade, como se quisesse refazer cada coisa que foi descoberta no decorrer da tarefa.

1.3 SUJEITO: L. (3;6)

MOMENTO EXPLORATÓRIO:

QUADRO 3.1: Recorte A (SEQUÊNCIAS de I a III)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
I	<p>Pega o pêndulo segurando pelo peso</p> <p>Balança o pêndulo</p> <p>Coloca a garrafa ao lado de X</p> <p>Gesto afirmativo com a cabeça</p>	<p>O pêndulo derruba a garrafa</p>	<p>Deixa o sujeito à vontade e pergunta como ele acha que pode brincar com o material</p> <p>“Deu para derrubar!”</p>

II	Coloca a garrafa a 30 cm de X e se move, fazendo com o pêndulo e a garrafa um "L" Olha para a câmara de vídeo Empurra o fio na direção da garrafa	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta o que mais dá para fazer Explica que tudo está sendo filmado para assistirem depois
III	Coloca a garrafa a 30 cm de X Posiciona-se sobre o X Empurra o fio na direção da garrafa segurando-o a 40 cm do peso Repete o movimento	O pêndulo não alcança a garrafa	

O sujeito percebe, desde logo, a possibilidade oferecida pelo material de derrubar a garrafa usando o pêndulo, e imediatamente começa a fazê-lo.

Não demonstra perceber o mecanismo do pêndulo, pois ignora seu ponto de fixação no teto, além de não considerar sua trajetória. Pega no fio ou no peso, de forma absolutamente aleatória, sem ensaiar arremessos que possam indicar a trajetória pendular.

Parece que o sujeito tem uma compreensão ainda parcial do que é possível fazer com o material, bem como de seu comportamento, não compreendendo o mecanismo do pêndulo.

Quando o experimentador pergunta o que mais é possível fazer com o material, mas sem ainda propor o problema, o sujeito muda sua própria posição e a da garrafa. Ainda não se pode falar em ajustes de posição em

função da coordenação de ações, uma vez que o sujeito parece ainda estar explorando o material muito livremente. Basta verificar as posições que escolhe para si e para a garrafa: em forma de “L”, ou seja, ele e a garrafa não ficam alinhados. Assim, ainda não aparece uma preocupação efetiva com as posições, e sim, com o prazer de explorar o material livremente.

QUADRO 3.2: Recorte B (SEQUÊNCIAS de IV a VII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
IV	Começa a fazer movimentos de hélice Olha para o experimentador	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Valoriza perguntando o que mais poderia fazer
V	Coloca a garrafa a 30 cm de X Segurando o fio a 40 cm do peso balança-o duas vezes Segurando o fio a 40 cm do peso balança-o mais devagar na direção da garrafa	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Valoriza
VI	Gesto afirmativo com a cabeça Põe a garrafa a 10 cm de X Balança o fio aleatoriamente segurando-o a 40 cm do peso Faz movimento mais lento, mas ainda aleatório	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se deseja fazer mais alguma coisa Valoriza

VII	Pega a garrafa Olha para o experimentador Coloca a garrafa a 40 cm de X Coloca-se a 10 cm da garrafa Olha o pêndulo que se movimenta lentamente Olha para o experimentador Balança o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	
-----	---	---------------------------------------	--

Neste recorte, há uma mudança em relação ao anterior, em razão de haver o sujeito descoberto novas formas de mexer no fio. Após uma tentativa frustrada de derrubar a garrafa, faz movimentos de hélice no intuito de fazê-lo. Assim, frente a um fracasso, muda sua conduta, inventando um novo procedimento. Além disso, em um segundo momento, começa a fazer movimentos mais lentos com o pêndulo, como se percebesse que é preciso um jeito próprio para arremessar.

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA PELO EXPERIMENTADOR:

QUADRO 3.3: Recorte C (SEQUÊNCIAS de VIII a XII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
VIII	Gesto afirmativo com a cabeça Segura o fio a 80 cm do peso, empurra-o na direção da garrafa Repete o movimento anterior		Coloca o problema e pergunta se quer fazer a atividade
IX	Aproxima-se da garrafa Faz 4 movimentos de hélice Gesto afirmativo com a cabeça	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se derrubou
X	Gesto afirmativo com a cabeça Segurando o fio a 40 cm do peso leva-o na direção da garrafa, empurrando-o Gesto afirmativo com a cabeça	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Propõe outro lugar para a garrafa Põe a garrafa a 50 cm do X Pergunta se deu certo Valoriza

XI	Coloca-se entre o X e a garrafa Faz dois movimentos de hélice Faz dois movimentos de hélice mais lentos	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Põe a garrafa a 80 cm do X Valoriza; põe a garrafa a 90 cm do X
XII	Pega o fio Caminha até a garrafa Fica girando o peso em volta da garrafa Gesto afirmativo com a cabeça	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se conseguiu

O sujeito repete as descobertas dos recortes anteriores (o pêndulo servindo para derrubar a garrafa; aproxima-se dela; faz movimentos de hélice; faz movimentos mais lentos perto do alvo), além de apresentar também condutas novas.

A novidade que aparece neste recorte, está no fato de o sujeito aproximar-se do alvo caminhando com o peso na mão. Dois pontos merecem ser aqui destacados: em primeiro lugar, se o sujeito caminha com o peso na mão é porque parece não perceber o ponto de fixação no teto, agindo como se o pêndulo não existisse enquanto tal, mas apenas como um fio com um peso amarrado na ponta; em segundo lugar, aparece uma nova conduta representada pela necessidade de se aproximar do alvo para acertá-lo.

Assim, se por um lado o sujeito não consegue perceber todas as características do material, em um todo integrado, ou seja, não consegue coordenar todas as possibilidades de relações possíveis, por outro demonstra uma hipótese a respeito do problema: deve aproximar-se do alvo para acertá-lo. Nota-se que há um avanço em suas condutas, mas ainda não se pode falar em construção de uma nova totalidade em um patamar superior de conhecimento.

QUADRO 3.4: Recorte D (SEQUÊNCIAS de XIII a XVI)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIII	Joga o fio na direção da garrafa Verbaliza que não dá Gesto negativo com a cabeça Diz que é muito longe		Põe a garrafa a 2,3 m do X “Não dá?” Pergunta por que “É muito longe?” e pergunta como deve fazer para a garrafa ser derrubada
XIV	Vai até a garrafa e chuta-a Sorri		“Ah, com o pé?” Pergunta onde deve por a garrafa para ser derrubada pelo pêndulo
XV	Coloca a garrafa a 60 cm do X Empurra o fio na direção da garrafa	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Incentiva-o a verificar se ali vai conseguir

XVI	Empurra o fio na direção da garrafa "Tá muito longe!" Gesto afirmativo com a cabeça		Pergunta se conseguiu e põe a garrafa a 2m do X "Está muito longe?" Pergunta onde a garrafa pode ser colocada para poder ser derrubada
-----	---	--	--

Aqui, o sujeito parece entender que, se a garrafa está longe do X, não poderá ser atingida. Quando a garrafa é colocada fora da trajetória, ele demonstra estimar a distância, ao dar um leve empurrão no fio, já dizendo que não dá para derrubá-la, sequer chegando a caminhar com o fio até perto do alvo.

Dessa forma, neste recorte expressa-se um conhecimento aparentemente construído nos anteriores, mediante a elaboração feita sobre o que pode observar das reações do material, conforme seus quadros lógico-matemáticos anteriores.

Quando o experimentador pergunta como deve fazer para que a garrafa seja derrubada, sem mencionar o uso do pêndulo, o sujeito inventa uma forma pessoal de resolver o problema: chuta a garrafa. Esta conduta demonstra mobilidade na resolução do problema, mas de parte do experimentador indica uma falha na explicação da consigna. Isto fica claro quando o experimentador explica novamente, dizendo que deve usar o pêndulo para derrubar a garrafa e o sujeito aproxima-a de X.

QUADRO 3.5: Recorte *E* (SEQUÊNCIAS de XVII a XX)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XVII	Pega a garrafa e coloca-a a 60 cm de X Arremessa o pêndulo	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	Pergunta se é ali; incentiva que experimente Valoriza
XVIII	Coloca a garrafa a 30 cm de X Coloca-se ao lado da garrafa Faz 2 movimentos de hélice	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	“Aí você acha que consegue?” Valoriza
XIX	Coloca a garrafa a 1 m de X Leva o fio até perto da garrafa Faz movimentos de hélice	A garrafa é derrubada pelo pêndulo	
XX	Leva o pêndulo pela mão na direção da garrafa Estica o fio com uma das mãos Com a outra mão bate na garrafa	A garrafa é derrubada pela mão do sujeito	Valoriza e propõe outro lugar para a garrafa a 2,4 m de X, sendo que está fora da trajetória do pêndulo “Ah, você derrubou com a mão?”

O sujeito parece sintetizar o que conseguiu aprender no decorrer da atividade, pois começa a repetir condutas. Experimenta novas posições para a garrafa, mas sempre próximas ao X. É interessante notar que este sujeito não se limita a sempre colocar a garrafa em uma mesma direção, apenas cuida para que fique próxima ao X. Para ele o X tem um papel marcante, orientando-se por ele no posicionamento da garrafa.

Também retoma os movimentos de hélice, que apresentam uma característica interessante: o sujeito fixa sua mão em um ponto do fio (cerca de 40 cm do peso), de modo a ignorar o restante dele, como se quisesse lidar apenas com um fio de 40 cm com um peso na ponta, não levando em consideração outras partes dele.

Ao final da atividade, decide derrubar com as mãos quando a garrafa está fora da trajetória. Nesse ponto o pesquisador interrompe a atividade, julgando estar o sujeito cansado e sem interesse.

Comparadas as realizações dos três sujeitos, verifica-se, de imediato, que todos eles arremessam o pêndulo contra a garrafa, à exceção do sujeito B., que primeiro bate a garrafa contra o pêndulo e, somente após observar o movimento deste último, inverte sua atitude.

Embora seja pouco provável que conhecessem um pêndulo tal como apresentado, não se pode perder de vista a possibilidade de que os sujeitos tenham procedido por analogia a alguma brincadeira já conhecida.

Após essa conduta inicial, cada sujeito busca uma forma própria de experimentar as reações do material.

O sujeito **B.** descobre imediatamente que o pêndulo pode servir para derrubar a garrafa e, no segundo recorte, começa a experimentar diferentes condutas, observando cada reação do material em função de sua ação. Este sujeito tem um comportamento bastante ativo, pois não espera que o experimentador faça propostas, ao contrário, age sobre o material de diferentes formas. Ele usa a mira já no recorte *B*, além de manter o fio esticado e fazer menção ao seu comprimento.

Quando é feita a proposta do problema pelo experimentador, o sujeito **B.** demonstra hipóteses significativas, aproximando-se da garrafa para tentar derrubá-la, além de posicioná-la próximo ao *X* quando esta se encontra fora da trajetória do pêndulo. Tais condutas estão relacionadas às reações dos materiais nos recortes anteriores, bem como com seus quadros lógico-matemáticos prévios.

O sujeito **V.**, assim como **B.**, no decorrer de toda a atividade, parece conceber gradativamente uma relação entre sua ação e o movimento do material, uma vez que modifica suas condutas em função da reação do material. Por exemplo, ao perceber que não obtém êxito em suas tentativas de derrubar a garrafa, aproxima-se dela para somente então lançar o pêndulo.

Talvez a maior descoberta para este sujeito aconteça a partir do recorte *E*, ao perceber que, para ser atingida, a garrafa deve estar próxima de *X*. Suas condutas futuras serão norteadas por esta hipótese.

Nos momentos exploratórios iniciais, o sujeito **L.** percebe imediatamente que é possível derrubar a garrafa usando o pêndulo, de modo que a aplicação de um esquema familiar a um novo material resulta em um

comportamento deste último que é observado pelo sujeito. É a partir deste comportamento que ele orienta suas ações futuras.

Uma das primeiras descobertas refere-se à invenção de novas formas de manusear o pêndulo (movimentos de hélice e movimentos mais lentos). Ainda que não sejam condutas adequadas à resolução do problema, há uma tentativa de mudança dos esquemas do sujeito, baseando-se nas imposições das características dos materiais e de suas reações.

Será nos recortes *C* e *D* que aparecerão as aquisições do sujeito *L*. em relação a esta problemática.

No recorte *C*, quando o pesquisador propõe o problema, o sujeito parece descobrir algo importante para a busca da solução: deve aproximar-se do alvo para que seja atingido.

Logo em seguida, no recorte *D*, demonstra ter aprendido que se a garrafa estiver longe do *X* não poderá ser alcançada pelo pêndulo. Neste caso, o sujeito chega a estimar a distância, tentando somente uma vez o arremesso e logo afirmando não ser possível.

Pode-se verificar a presença de fenômenos comuns aos três sujeitos nas tarefas propostas, referentes à relação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático.

De uma maneira geral, trata-se da aplicação de esquemas familiares a um novo material (o pêndulo). É a partir daí que os sujeitos começam a fazer abstrações empíricas e pseudo-empíricas. Experimentam, nos recortes iniciais, condutas que provocam reações nos materiais, abstraindo tanto as propriedades físicas destes últimos, quanto as relações entre suas ações e a reação dos materiais.

Desta forma, para todos os casos, fica evidenciada a relação entre os comportamentos dos materiais e as ações dos sujeitos, uma vez que todos

eles pautam suas condutas futuras de acordo com as anteriores e dos resultados de suas ações sobre os materiais.

Os três sujeitos conseguem prever que a garrafa não será atingida quando se encontra fora da trajetória do pêndulo, além de procurarem mantê-la próxima ao X quando solicitados a encontrar um lugar adequado para que seja derrubada. Além disso, aproximam-se da garrafa quando querem atingi-la.

Tais condutas, comuns a todos os sujeitos, evidenciam a relação entre o conhecimento físico, aqui expresso pelas características físicas dos materiais, e o conhecimento lógico-matemático, expresso pelos quadros lógico-matemáticos prévios dos sujeitos, em termos dos esquemas utilizados por eles.

Tomando-se como exemplo o fato de os sujeitos aproximarem-se da garrafa para que seja atingida, pode-se verificar que há uma combinação entre os dois tipos de conhecimento: o físico e o lógico-matemático. Isto se explica pelo fato de que eles abstraíram as propriedades físicas dos materiais (as quais já existiam neles independente da ação dos sujeitos) e introduziram outras propriedades nos materiais mediante a aplicação de esquemas (arremessando o pêndulo contra a garrafa ela pode ser derrubada; aproximando-se mais da garrafa terão mais chances de derrubá-la). Vale ressaltar que é da ordem do conhecimento lógico-matemático a introdução de tais propriedades, resultantes da combinação das ações dos sujeitos sobre os materiais, e da consequente reação destes últimos.

É o sujeito **B.** quem mais avança em suas descobertas. Enquanto os demais conseguem perceber a necessidade de aproximar a garrafa do X para que seja alcançada, ou então mudar a própria posição, aproximando-se do

alvo para que obtenham êxito, B. segue um pouco mais adiante em suas descobertas. Somente ele parece conceber a trajetória do pêndulo, sendo o único a estabelecer relações entre o comprimento do fio e a distância da garrafa. Em alguns momentos, ele observa e comenta sobre o ponto de fixação no teto, sendo que os demais sujeitos sequer olham para cima, manuseando o pêndulo como se fosse um fio com um bloco de madeira amarrado a sua extremidade. Da mesma forma, preocupa-se em manter o fio esticado e usar a mira para lançar o pêndulo.

Por meio de tais condutas, pode-se conceber que os sujeitos devem estar estabelecendo uma relação entre o comportamento dos materiais e suas próprias ações, de modo a dela extrair resultados para uma elaboração futura.

Ainda que se leve em conta as diferenças entre as realizações de cada sujeito, para todos eles pode-se perceber que as reações do material influenciam as ações subsequentes. Isto quer dizer que os sujeitos aplicam esquemas familiares a um novo material, que se comporta de forma a exigir uma acomodação dos esquemas de ação às perturbações que o objeto lhe impôs.

Nesse sentido, há uma relação entre o conhecimento físico e o conhecimento lógico-matemático, uma vez que os sujeitos abstraem tanto as propriedades físicas do material (mediante abstração empírica), quanto o resultado de suas ações sobre o mesmo material (mediante abstração pseudo-empírica). Vale ressaltar que a reação do material é relativa às ações dos sujeitos e decorre das propriedades que lhe são inerentes.

A relação entre o conhecimento lógico-matemático e o conhecimento físico é de interpenetração. Isto se explica pelo fato de que a cada ação do sujeito corresponde uma reação do material; e a cada reação do material

corresponde uma nova ação do sujeito. A ação seguinte à reação dos materiais não é uma ação isolada da anterior, pois encerra o que foi extraído do movimento precedente.

Ainda que os sujeitos tenham avançado em suas hipóteses, em especial o sujeito B., as soluções por eles expressas sugerem ter havido alguma elaboração, mas parcial do problema, sem uma reorganização e integração a uma nova totalidade. De qualquer forma, os sujeitos avançaram em suas hipóteses, e pode-se imaginar que estejam em vias de construir um novo conhecimento.

Não se pode falar então, no caso desta tarefa, em criação de novidades pelos sujeitos, (consideradas como a reestruturação estável dos quadros lógico-matemáticos), uma vez que as suas compreensões em relação ao problema colocado são sempre parciais. Pode-se dizer que não há a elaboração de um novo conhecimento em um patamar superior, com reorganização e construção de quadros lógico-matemáticos; mas sim tentativas de resolução, baseadas nas observações do comportamento dos materiais.

Eles elaboram conhecimentos a respeito de cada situação, alterando seus esquemas de ação e, portanto, construindo novos conhecimentos, mas, não se trata, em nenhum momento, de uma verdadeira alteração de quadros lógico-matemáticos, e sim de ajustes parciais de esquemas de ação de quadros anteriores no contexto da atividade.

Pode-se imaginar que os sujeitos tenham apreendido pequenas porções de conhecimento, sem integrá-los, ao final, em um novo conhecimento, não conseguindo, por isso, coordenar completa e estavelmente esquemas relativos a uma solução mais adiantada.

2. ANÁLISE DOS DADOS DA ATIVIDADE DE BOLA-AO-ALVO

2.1 SUJEITO: B. (4;0)

MOMENTO EXPLORATÓRIO:

QUADRO 4.1: Recorte A (SEQUÊNCIAS de I a II)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
I	Senta ao lado das caixas "Caixinhas!" "Bola."		Pergunta: "O que a gente tem aqui?" Pergunta o que mais
II	Põe as caixas 8 e 9 em pé lado-a-lado Afasta-se Arremessa a bola	A bola derruba as duas caixas	Pergunta o que pode ser feito com o material Pergunta o que fez

O sujeito imediatamente identifica as caixas e a bola, usando esta última para derrubá-las. Assim, diferentemente do pêndulo, provavelmente desconhecido para ele, já começa a arremessar a bola contra as caixas, em uma possível referência aos jogos de boliche, geralmente conhecidos pelas crianças. Neste caso, o sujeito aplica esquemas familiares frente a objetos já conhecidos, e verifica a relação entre sua ação e o comportamento dos materiais.

QUADRO 4.2: Recorte B (SEQUÊNCIAS de III a IV)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
III	Caminha até as 2 caixas Verbaliza que irá colocá-las em pé “ \overline{E} ” Faz arranjo circular das caixas Diz que vai deixar assim, pois se sobrar alguma ele joga novamente “ \overline{E} ”		Repete a afirmação do sujeito Repete a afirmação do sujeito
IV	Afasta-se a 1m do arranjo Abaixa-se Mira Joga a bola rente ao chão Verbaliza com interjeição e diz : “Sobrou bastantão!” “Sobrou bastantão!” “Só derrubou três!”	A bola derruba as caixas I; 7 e 9	 “Derrubou bastantão?” “Sobrou bastantão?”

Neste recorte, o sujeito apresenta duas novas condutas: o uso da mira e o arranjo circular. No primeiro caso, pode-se entender que ele utiliza seus quadros lógico-matemáticos anteriores, aplicando esquemas familiares na nova situação. Provavelmente já sabe algo sobre a relação entre sua ação de jogar um objeto contra outro, e a posição do alvo a ser atingido. Provavelmente já teve a oportunidade de jogar objetos contra outros, utilizando ou não a mira, cuja importância já domina. Assim, também neste

acertar as caixas, volta a lançar de modo que a bola role no chão, inventando uma outra solução para o problema de derrubar as caixas.

O sujeito procura adequar seu esquema na tentativa de acomodar-se às exigências que o objeto impõe, pois, se rolar a bola, ela atingirá as caixas posicionadas na frente do arranjo, e não a que pretende acertar, que se encontra atrás.

Ele parece tomar a atitude baseando-se em seus quadros lógico-matemáticos anteriores, pois não havia experimentado essa forma de arremesso durante a atividade. Pode ser que em outras situações já tenha tido a oportunidade de fazer lançamentos do mesmo tipo e observado o comportamento dos materiais em cada tipo de situação.

QUADRO 4.4: Recorte *D* (SEQUÊNCIAS de VIII a XIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
VIII	Pega a bola Coloca-se atrás do arranjo Arremessa com mais força	A bola derruba as caixas 1 e 5	
IX	Pega a bola Volta para a posição inicial Arremessa a bola <i>"Agora sobrou só dois!"</i> Corrige dizendo que foram 3	A bola derruba as caixas 7; 8; 9 e 11	<i>"Sobraram duas?"</i>
X	Fica em pé Joga a bola para o chão	A bola quica no chão e pula, não derrubando nenhuma caixa	

XI	Pega a bola Coloca-se atrás do arranjo Arremessa a bola na direção de 3 caixas que ainda estão em pé (4; 10 e 12)	A bola derruba as caixas	
XII	<i>"Sobrou um agora"</i> Pega a bola e coloca-se na frente do arranjo Arremessa com força na direção das caixas 2 e 3 que ainda se encontram em pé Chega bem perto da caixa 2 Arremessa a bola com força contra ela	A bola não derruba as caixas, só arrasta a 10 que já estava caída A caixa 2 é derrubada pela bola	
XIII	<i>"Sobrou essa"</i> (apontando a caixa 3 e ignorando uma outra que ainda está em pé) Aproxima-se muito da caixa que foi apontada Arremessa a bola sobre ela	A bola derruba a caixa 3	"E agora?"

Três condutas novas significativas são agora apresentadas pelo sujeito: a mudança radical de sua posição; o uso da força no arremesso e a aproximação em relação ao alvo.

Podemos perceber que ele está ajustando suas condutas em função dos resultados obtidos, ou seja, está adequando seus esquemas às exigências que o material impõe. Assim, experimenta uma outra posição para fazer o arremesso, obtendo êxito parcial ao derrubar duas caixas. Para conseguir derrubar todas as outras, vai fazendo mudanças sucessivas de sua posição,

além de imprimir mais força ao movimento e de aproximar-se consideravelmente do último alvo.

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA PELO EXPERIMENTADOR:

QUADRO 4.5: Recorte *E* (SEQUÊNCIAS de XIV a XVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIV	Verbaliza que já sabe Corre para as caixas		Faz a proposta do problema
XV	Põe a caixa 12 sobre a 6 Põe a 5 sobre a 12 dizendo: “ <i>esse daqui vai em cima (aponta a caixa 5) prá ver onde que a bola vai, daí a bola vai aqui (mostrando a caixa 6 no chão), daí derruba tudo. Daí é bem legal</i> ”		
XVI	“ <i>E.</i> ”		Repete o que foi dito pelo sujeito

XVII	<p>Tira a caixa 5 Coloca a 1 sobre a 12 Diz que uma das caixas não vai ser usada</p> <p>Volta atrás e diz que vai ser usada Põe a caixa 1 sobre a 12 Põe a 2 sobre a 1 Tenta por a 3 sobre a 2 Aponta a 5 que está no chão e diz que vai ser a primeira</p> <p>"Essa" (aponta a 5)</p> <p>Põe a caixa 4 sobre a 3</p>	A torre cai	<p>Pergunta se não vai ser usada</p> <p>"Qual vai ser a primeira?"</p> <p>"Então você vai deixar para por em cima?"</p>
XVIII	<p>Olha para o experimentador com fisionomia de espanto</p> <p><i>"Porque tá tão alto e eu não joguei a bola!"</i></p> <p>Responde que sim</p> <p>Começa a tentar uma explicação, decide mostrar com o material</p>		<p>Pergunta por que caiu</p> <p>Pergunta se caiu mesmo sem ele ter jogado a bola</p> <p>Pergunta o porquê</p>

Assim que o problema é colocado, imediatamente resolve fazer pilhas de caixas, justificando sua atitude pela afirmação de que se a bola bater na primeira caixa (a de baixo), todas cairão. Isto demonstra que o sujeito parece compreender de imediato o problema, uma vez que busca a solução explicando verbalmente o que vai fazer. É interessante notar que mesmo sendo um sujeito de idade precoce, neste caso já consegue explicar o que pretende realizar.

Ele estabelece uma relação entre a forma como deve organizar as caixas e sua ação de arremessar a bola contra elas. Já entende que terá sucesso se agrupar as caixas de modo que formem uma pilha, pois assim não terá que se preocupar em acertar caixa por caixa, mas sim aquela que dá sustentação a todas.

Por outro lado, quando a pilha cai, justifica a queda pelo argumento da altura, não levando em conta outros aspectos que possam ter influído, tais como o formato ou o modo de colocação das caixas. Assim, apesar de ter uma compreensão considerável do problema, ainda não consegue levar em conta todas as variáveis envolvidas.

Aparentemente vai pegando as caixas que estão mais próximas de si, sem se preocupar com as características de cada uma, parecendo não levar em conta que há diferença de tamanho e de forma entre elas, e que por isso deve escolher as caixas que ficarão embaixo, de forma que possam sustentar as demais.

QUADRO 4.6: Recorte *F* (SEQUÊNCIAS de XIX a XXIII)

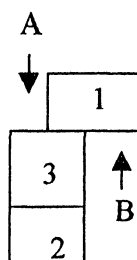
SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIX	Põe a caixa 3 sobre a 2 Põe a 1 sobre a 3 Olha para o experimentador fazendo gesto com as mãos, como se quisesse dizer: <i>"Está vendo o que aconteceu?"</i>	A torre cai quando a caixa 1 é colocada	
XX	Começa a dar explicação verbal, passa a mostrar com o material		Pede que explique o que está acontecendo

XXI	Põe a caixa 3 sobre a 2 Apoia parcialmente a caixa 1 sobre a 3, sem largá-la	A caixa 1 cai	
XXII	<p><i>"Assim, olha, tá vendo que aqui (mostra o ponto A da figura 1) tem pouco coiso, e aqui (ponto B) tem bastante coiso?"</i></p> <p><i>"Aqui (passa a mão no ponto B) tem bastante lugar pra cair, daí ele cai."</i></p> <p><i>"Daí ele cai, olha; por isso ele caiu."</i></p>		<p>Pede que explique como fez</p> <p>Repete o que ele diz</p> <p>Pede que explique melhor o "lugar para cair"</p> <p>'Ah, certo!'</p>
XXIII	<p>Põe a caixa 1 sobre a 2</p> <p>Põe a 12 sobre a 1</p> <p>Põe a 11 sobre a 12</p> <p><i>"Vou fazer de novo, se ele cair vou fazer de novo"</i></p>		

Quando o experimentador investiga mais sobre a queda, independentemente do arremesso da bola, o sujeito decide explicar mostrando com as caixas o que aconteceu, numa postura didática para o experimentador:

(Monta uma torre com as caixas 2 e 3; quando coloca a caixa 1 sobre a caixa 3, a torre cai; olha para o experimentador, faz sinal com as mãos, como se dissesse: *"Olha, está vendo?"*) *"O que está acontecendo? Me explique."* *"Porque ó, ó, eu pus assim."* (Põe a 3 sobre a 2; põe a 1 sobre a 3, sem tocar toda a superfície de baixo da caixa 1 na superfície de cima da 3; a caixa 1 cai). *"Assim, como?"* *"Assim: olha, tá vendo que aqui (aponta em A) tem pouco coiso, e aqui (aponta em B) tem bastante coiso?"*. *"Ah, aqui tem bastante coiso e aqui tem pouco coiso?"* *"Aqui (passa a mão em B) tem bastante lugar pra cair, daí ele cai."*

FIGURA 1:



Neste recorte o sujeito utiliza um outro argumento, que não o da altura da pilha, mas sim do contato entre as superfícies das caixas. Explica, usando o material, que as caixas caíram por não estarem numa posição adequada, uma vez que as superfícies não estavam em total contato.

Encontrando dificuldade em se expressar verbalmente, utiliza os materiais para explicar o que aconteceu. Apesar do vocabulário ser ainda impreciso, o sujeito consegue transmitir sua idéia a respeito do contato entre as superfícies das caixas.

QUADRO 4.7: Recorte G (SEQUÊNCIAS de XXIV a XXVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXIV	<p><i>"Vou ter de fazer assim senão derruba".</i></p> <p>Aponta o local onde vai montar a pilha</p>		<p>Incentiva e recoloca o problema</p> <p>Diz para que faça como acha que deve ser</p> <p>Concorda</p>
XXV	<p>Ao lado da anterior começa uma nova pilha: coloca a caixa 5 sobre a 3 Põe a 4 sobre a 5 Põe a 6 sobre a 4</p> <p>Faz gesto de susto</p>	<p>A pilha cai, só fica em pé a caixa 3</p>	

XXVI	Começa a tentar explicar, mas diz que não sabe o porquê		Pergunta por que caiu
XXVII	Coloca a caixa 6 sobre a 3 Coloca a 5 sobre a 6 Responde que é pra não cair Diz que é porque tem que ficar assim Diz que irá colocar outra caixa		Pergunta se tem que por aquela caixa Pergunta por que desse jeito não vai cair Pergunta o porquê Concorda
XXVIII	Coloca a caixa 4 no chão, ao lado da 3 que é a primeira da pilha <i>"Tem coisa grande, eu acho que vai cair"</i> . <i>"Vai cair"</i> .		<i>"Tem coisa grande, então o quê?"</i> <i>"Por quê?"</i>

Decide não fazer uma pilha muito alta, mas uma outra ao lado da primeira, já estável. Provavelmente o sujeito age assim motivado pela experiência dos recortes *E* e *F*, quando as pilhas caíram por serem altas e não terem estabilidade.

Quando está arrumando a segunda pilha, diz: *"tem coisa grande, eu acho que vai cair"*. Parece estar fazendo referência às caixas não utilizadas que ainda se encontram no chão, maiores do que as da pilha. Nesse momento, o sujeito faz uma referência ao tamanho das caixas como fator determinante para que a pilha caia.

Vale ressaltar que até então somente dois fatores estão sendo levados em conta: a altura das pilhas e a área de contato entre as superfícies.

Quando as duas pilhas ficam prontas, o sujeito aproxima a segunda pilha da primeira, possivelmente fazendo uma previsão, de que se as pilhas estivessem juntas seria mais fácil derrubá-las. Parece expressar, assim, uma relação entre as características do material, em sua forma de organização, e sua ação de arremessar a bola contra eles.

QUADRO 4.8: Recorte *H* (SEQUÊNCIAS de XXIX a XXXIV)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXIX	Inicia a terceira pilha: coloca a caixa 10 sobre a 4 Coloca a 8 sobre a 10	Caem as caixas 8 e 10	
XXX	Coloca a caixa 10 sobre a 4 <i>"Que droga!"</i>	As 2 caixas caem	
XXXI	Empurra a segunda pilha para que fique ao lado da primeira Recoloca a caixa 5 onde estava <i>"Que droga, fica caindo!"</i>	A caixa 5 que estava em cima cai A caixa 5 cai	Pergunta por que está caindo toda hora
XXXII	Recoloca a 5 onde estava Verbaliza com uma interjeição	A caixa 5 cai	
XXXIII	Coloca a caixa 5 sobre a 6 em posição horizontal Põe as mãos nas orelhas, como se esperasse que caísse Põe a caixa 4 sobre a 5	As 2 caixas caem	

XXXIV	Coloca a caixa 4 sobre a 6 "Tudo resolvido!"		"Tudo resolvido?"
-------	---	--	-------------------

Agora, o sujeito começa a montar a terceira pilha sobre a caixa 4 que havia sido deixada ao lado das pilhas prontas. Assim que começa a montagem, conforme as caixas vão sendo colocadas, elas caem insistentemente, de modo que ele se irrita e abandona momentaneamente a construção, dedicando-se a encostar as duas primeiras pilhas até que as superfícies fiquem totalmente em contato, talvez para fiquem vulneráveis ao arremesso da bola.

Quando uma das caixas da segunda pilha cai, o sujeito muda sua posição: ao invés de colocá-la na posição vertical, coloca-a na horizontal, para que tenha maior área de contato com a superfície da caixa de baixo. Aparece, assim, um fator até então não considerado por ele: a posição da caixa. É a primeira vez que muda uma caixa de posição na tentativa de fazê-la parar sobre uma outra.

Quando termina de montar as duas primeiras pilhas, distrai-se com uma caixa de um brinquedo conhecido que lhe chama a atenção. Tal fato levou o experimentador a substituir esta caixa na sessão com o outro sujeito

QUADRO 4.9: Recorte I (SEQUÊNCIAS de XXXV a XXXVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXXV	<p>Começa nova pilha, põe a caixa 10 sobre a 8 <i>"Olha, tem o carro do Power Ranger vermelho, do Power Ranger ..."</i></p> <p>Põe a caixa 5 sobre a 10 Empurra a terceira pilha para perto da segunda, de modo que as 2 fiquem encostadas lado a lado</p>		<p>Chama sua atenção para a tarefa, perguntando se dá para montar com aquelas caixas e perguntando como ele irá fazer.</p>
XXXVI	<p>Olha para as caixas 7 e 9</p> <p>Pega as caixas 7 e 9 Coloca-as em pé, ao lado da terceira pilha</p>		<p>Pergunta se não está faltando nada, se ele esqueceu de algo</p>
XXXVII	<p>Põe a caixa 9 no lugar de 5 que caiu Coça a cabeça Deixa a 5 que caiu atrás das pilhas</p>	<p>Cai a caixa 5 que está sobre a terceira pilha</p>	
XXXVIII	<p>Responde que está pronto</p>		<p>"E agora?"</p>

Percebe-se que o sujeito novamente dedica-se a arrumar uma terceira pilha ao lado da segunda, para que restem três pilhas lado a lado. Sobram duas caixas que, aparentemente, o sujeito não está considerando. Quando o experimentador pergunta sobre elas, faz delas uma quarta pilha, ao lado da terceira.

Quando a caixa 5 cai novamente do alto da terceira pilha, troca-a pela caixa 9, que está na última pilha, deixando a caixa 5 caída atrás do arranjo.

É interessante notar que a caixa 5 foi a que mais trouxe problemas para o sujeito resolver no decorrer da tarefa, caindo frequentemente quando colocada. Em face de tais dificuldades, o sujeito decide deixá-la fora do arranjo.

O sujeito parece finalizar uma série de condutas iniciadas já no momento da colocação do problema, no sentido de manter as caixas o mais próximas possível, em pilhas justapostas.

QUADRO 4.10: Recorte *J* (SEQUÊNCIAS de XXXIX a XL)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXXIX	Pega a bola Afasta-se Arremessa a bola	Caem as caixas, exceto uma	Recoloca o problema, lembrando o sujeito de que deverá derrubar o maior número de caixas
XL	Diz que derrubou tudo Diz que falta uma Arremessa a bola sobre a única caixa que estava em pé	A caixa cai	Pergunta o que aconteceu Pergunta se foram todas mesmo

O sujeito demonstra haver compreendido o problema, preparando-se para apresentar a respeito uma solução final, o que faz tomando distância e arremessando a bola com força em direção às caixas.

2.2 SUJEITO: L. (3;6)

MOMENTO EXPLORATÓRIO:

QUADRO 5.1: Recorte A (SEQUÊNCIAS de I a V)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
I	<i>"Assim!"</i> Pega uma caixa e deixa-a cair no chão		Pergunta o que ele pensa que é possível fazer com o material
II	<i>"Derrubar com a mão"</i> Sinal afirmativo com a cabeça		Pergunta como "Derrubar com a mão?"
III	Joga a caixa 2 no chão		Pergunta o que mais dá para fazer
IV	Pega a caixa 6 Deixa que a 6 caia no chão Pega a 2 Deixa a 2 cair no chão		Incentiva que brinque mais com o material

V	Pega novamente a caixa 2 Deixa a 2 cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão Pega uma caixa Deixa-a cair no chão		Incentiva que brinque mais
---	--	--	----------------------------

Quando o experimentador pergunta o que é possível fazer com o material, e antes que perceba a presença da bola, limita-se o sujeito a deixar cair as caixas. Utiliza, pois, um esquema familiar a um material que está em sua presença. Ele somente repete o esquema para cada caixa, não demonstrando nenhum outro tipo de conduta.

QUADRO 5.2: Recorte B (SEQUÊNCIAS de VI a XIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
VI	Levanta a bola Deixa a bola cair no chão Sorri para o experimentador Vai atrás da bola Pega a bola	A bola sai rolando	

VII	Pega a caixa 3 que estava deitada Coloca-a em pé Arremessa a bola contra a caixa 3	A caixa 3 cai	
VIII	Gesto afirmativo com a cabeça		Chama a atenção para o fato das caixas poderem ser derrubadas não somente com a mão, mas com a bola também
IX	Sentado, pega a caixa 3 que havia derrubado Coloca a 6 ao lado da 3 Senta-se ao lado das caixas Joga a bola sobre as 2 caixas	As 2 caixas são derrubadas pela bola	
X	Pega as 2 caixas Coloca-as em pé Arremessa a bola sobre elas	A caixa 6 é derrubada pela bola	
XI	Pega a bola De joelhos arremessa a bola contra a caixa 3 que havia ficado em pé	A bola passa ao lado da caixa 3	
XII	Posiciona-se a 30 cm da caixa 3 Arremessa a bola contra a caixa 3	A bola não toca nenhuma caixa	
XIII	Rola a bola na direção da caixa que está mais próxima dele (a 30 cm)	A caixa é derrubada pela bola	

Quando o sujeito vê que há uma bola, começa a arremessá-la contra as caixas. Mais uma vez utiliza-se de um esquema familiar a materiais que se encontram arranjados em sua frente. Neste caso, é provável que esteja fazendo referência a atividades já conhecidas, tal como boliche.

Além disso, o sujeito já havia trabalhado com o pêndulo antes, de modo que pode estar associando o objetivo desta tarefa ao da tarefa anterior, que era derrubar um objeto utilizando um outro.

Não parece se preocupar com sua posição, nem com a forma como joga a bola, jogando-a aleatoriamente.

QUADRO 5.3: Recorte C (SEQUÊNCIAS de XIV a XVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIV	Levanta a caixa 10 Levanta a 5 Levanta a 4 Levanta a 8 Levanta a 7 Levanta a 9 Levanta a 3 Levanta a 1 Levanta a 2 Levanta a 11 Levanta a 12	As caixas formam um arranjo circular	
XV	Pega a bola Posiciona-se de joelhos em frente ao arranjo Arremessa a bola	A bola vai rolando e bate nas caixas 6 e 8, que não caem	
XVI	Pega a bola Arremessa contra a caixa 10	A bola vai rolando e derruba a caixa 10	

XVII	Pega a bola Arremessa a bola	A bola vai rolando e derruba a caixa 11	
	Pega a bola Arremessa a bola	A bola vai rolando e derruba a caixa 8	
XVIII	Pega a bola	A bola vai rolando e derruba as caixas 7 e 6	
	Pega a bola		

O sujeito começa a arrumar as caixas para que possa atingi-las, sem que tenha havido a colocação do problema pelo experimentador. Faz um arranjo circular e, aleatoriamente, começa a arremessar a bola contra as caixas. Não se verifica, neste recorte, nenhum tipo de critério para o arremesso e para o posicionamento das caixas.

Mas ainda que não se expresse nenhum tipo de estratégia quanto à forma de arrumar as caixas, pode-se inferir a relação entre a experiência física e a experiência lógico-matemática em sua conduta, uma vez que aplica esquemas familiares frente aos materiais, e observa o comportamento desses últimos frente a sua ação. A constatação dos resultados de suas ações são obtidas mediante abstração empírica e pseudo-empírica, uma vez que o sujeito abstrai as propriedades dos materiais e os resultados visíveis de suas ações sobre eles.

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA PELO EXPERIMENTADOR:
 QUADRO 5.4: Recorte *D* (SEQUÊNCIAS de XIX a XXVIII)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XIX	"Não é"		Propõe o problema; pergunta se ele acha difícil Recoloca o problema, incentivando-o a resolvê-lo
XX	Levanta a caixa 7 Levanta a 8 Levanta a 10 Levanta a 11 Gesto afirmativo com a cabeça	Todas as caixas estão em pé	Pergunta se já arrumou
XXI	Em pé joga a bola em direção ao chão	A bola quica no chão e passa por cima do arranjo de caixas, não derrubando nenhuma	Recoloca o problema, incentivando-o a resolvê-lo
XXII	Pega a bola Vai para o outro lado do arranjo de caixas De pé joga a bola Vai para o outro lado do arranjo de caixas De pé joga a bola "Eu derrubei essas" Aponta para as caixas caídas e diz: "Eu derrubei essas"	Nenhuma caixa é derrubada São derrubadas as caixas 3, 9, 11 e 12	Pergunta o que aconteceu Pergunta o que aconteceu Pergunta quais

XXIII	Levanta as caixas caídas com exceção da 3 <i>"Esse aqui, esse aqui e esse aqui"</i> (diz isto para cada caixa que vai levantando)	Todas as caixas ficam em pé	Recoloca o problema dizendo que deve arrumar de um jeito que consiga derrubar todas
XXIV	Arremessa a bola dizendo: <i>"Pá!"</i>	A caixa 8 é derrubada	"Que legal!"
XXV	<i>"Agora essa aqui!"</i> Arremessa a bola na direção da caixa 12	A bola quica no chão, não derrubando nenhuma caixa	
XXVI	Pega a bola Joga-se de joelhos Arremessa a bola	Nenhuma caixa é derrubada	
XXVII	Derruba sem querer com o pé a caixa 9 quando está indo pegar a bola <i>"Derrubei duas!"</i>		Pergunta se derrubou todas "Derrubou duas?"
XXVIII	Arremessa a bola na direção da parede, perto de onde está o experimentador Observa a bola rolar no meio das caixas	A bola rola entre as caixas, não derrubando nenhuma	

Quando o problema é colocado, o sujeito arruma as caixas aleatoriamente, de modo que simplesmente ficam em pé, na mesma posição em que se encontravam. Ele limita-se a erguer as caixas que haviam sido derrubadas no momento exploratório, não demonstrando nenhuma estratégia, seja no sentido de posicionar-se, seja no de mudar a forma do arranjo, seja, enfim, na forma de seu arremessar. Mesmo com a insistência do experimentador, que refaz a proposta, ele mantém a mesma conduta. Possivelmente não compreende a consigna.

QUADRO 5.4: Recorte *E* (SEQUÊNCIAS de XXIX a XXXIX)

SEQUÊNCIA	ESQUEMA	REAÇÃO DO MATERIAL	INTERVENÇÃO DO EXPERIMENTADOR
XXIX	Levanta a caixa 8 Levanta a 9 Levanta a 3	Todas as caixas estão em pé	Recoloca o problema, fica segurando a bola
XXX	Estende as mãos para receber a bola Gesto afirmativo com a cabeça Gesto negativo com a cabeça Gesto afirmativo com a cabeça		Pergunta se já arrumou, se já está pronto Pergunta se não precisa mexer em mais nada Pergunta se está tudo certo Dá a bola para o sujeito

XXXI	<p>Esbarra o pé na caixa 10</p> <p>Arremessa a bola</p> <p>Aponta as caixa caídas e diz: <i>"Derrubei ali"</i></p> <p><i>"Derrubei aquelas três!"</i></p>	<p>A caixa 10 cai</p> <p>São derrubadas pela bola as caixas 5, 7 e 8</p>	<p>Pergunta o que aconteceu</p> <p>"Ah!"</p> <p>"Ah, aquelas três, mas, e as outras, você derrubou?"</p>
XXXII	<p>Sentado arremessa a bola</p> <p><i>"Derrubei a outra"</i></p>	<p>A caixa 9 é derrubada</p>	<p>Repete o que ele disse</p>
XXXIII	<p>Escorrega sentado até a frente da caixa 6</p> <p><i>"Agora vou derrubar!"</i></p> <p>Joga a bola sobre a caixa 6 a uma distância de 30 cm</p>	<p>A caixa 6 é derrubada pela bola</p>	<p>"Ah, está bem!"</p>
XXXIV	<p>Pega a bola</p> <p><i>"Agora vou derrubar de novo!"</i></p> <p>Vai à frente da caixa 11, a aproximadamente 30 cm, fica em pé e arremessa a bola sobre ela</p>	<p>A caixa 11 é derrubada</p>	<p>"Ah, está bem!"</p>
XXXV	<p>Pega a bola</p> <p>Coloca-se ao lado da caixa 3, a aproximadamente 30 cm</p> <p>Arremessa a bola sobre a caixa 3</p>	<p>A bola derruba a caixa 3</p>	
XXXVI	<p><i>"Falta essa daqui"</i></p> <p>Ajoelha-se a 50 cm da caixa 1</p> <p>Arremessa a bola contra ela</p>	<p>A bola derruba a 1</p>	<p>Pergunta quantas faltam</p>

XXXVII	<i>"E esse aqui!"</i> Joga a bola sobre a caixa 2	A bola arrasta a caixa 2	
XXXVIII	Arremessa novamente a bola sobre a caixa 2 de uma distância de 10 cm Derruba a caixa 2 com a mão	A bola não atinge a caixa	
XXXIX	Levanta-se <i>"E essa daqui!"</i> Em pé coloca-se ao lado de 12 Arremessa a bola	A 12 é derrubada pela bola	

O experimentador decide tentar explicar melhor a consigna e pede-lhe a bola para segurar enquanto o sujeito arruma as caixas. Isto é feito para que o sujeito tenha tranquilidade para resolver o problema, pois nos recortes anteriores, especialmente no *D*, quando o problema é proposto, o experimentador nota que o sujeito quer arrumar as caixas rapidamente para poder arremessar a bola.

De qualquer forma, o sujeito repete as condutas do recorte *D*, ou seja, faz um arranjo circular com as caixas, não se importando com a posição delas, nem com a forma de arremesso e o uso da mira.

É curioso que os dois sujeitos iniciem a atividade de uma maneira muito semelhante, mas quando o problema é colocado, cada um deles toma uma direção diferente. Enquanto *L.* parece não compreender o problema, limitando-se a repetir o que já havia realizado no momento inicial, *B.* realiza uma série de novas condutas que levam à resolução do problema, de

maneira bastante satisfatória. Ele compreende o que deve fazer e expressa suas hipóteses desde logo, explicando para o experimentador o que irá realizar.

No momento exploratório dessa atividade, diferentemente do ocorrido com o pêndulo, provavelmente até então desconhecido para ele, o sujeito B. aplica imediatamente esquemas familiares a materiais dele conhecidos. Isso porque, é bastante provável que já tenha tido contato com sucatas compostas por embalagens vazias de papclão e bolas de borracha. É até possível que em alguma situação de atividade em sala de aula já tenha brincado de bola-ao-alvo, tal como proposto aqui.

Assim, suas primeiras condutas apontam para a tentativa de derrubar as caixas usando a bola: usa a mira para arremessar; faz um arranjo circular com as caixas; muda a forma de arremessar conforme a posição da caixa a ser derrubada; muda sua posição para tentar derrubar as caixas não atingidas; usa mais força para arremessar e, finalmente, aproxima-se do alvo.

Tais condutas expressam-se de acordo com seus quadros lógico-matemáticos prévios, e com a reação dos materiais provocada por suas ações.

Assim que o problema é colocado, decide fazer uma pilha que possa ser derrubada quando a bola atingir a primeira caixa. Na construção das pilhas demonstra várias hipóteses. Em primeiro lugar, argumenta que a pilha caiu, mesmo sem ter jogado a bola, por ser muito alta. É muito provável que ele já tenha brincado de construir torres altas com blocos ou brinquedos de encaixe, as quais caíam quando atingiam determinada altura. Teria partido, portanto, de seus quadros lógico-matemáticos prévios, com conhecimentos já construídos em outras situações.

Quando o experimentador investiga mais sobre a queda da pilha, o sujeito usa um outro argumento, que não o da altura das pilhas, mas sim o tamanho da área de contato entre as superfícies. Usa aqui um novo argumento que se soma ao anterior: já não basta simplesmente que a pilha não seja tão alta a ponto de cair, mas deve haver também contato total entre as superfícies.

No recorte *G*, parece tentar abordar um outro fator determinante para a arrumação das pilhas, que é o tamanho das caixas. Até agora colocou-as aleatoriamente, não fazendo nenhuma referência ao seu tamanho, quando diz: *“Tem coisa grande, eu acho que vai cair.”* Não se nota, contudo, que tenha sido este um fato determinante para a escolha das caixas, pois o sujeito parece abandonar tal preocupação logo em seguida.

Finalmente, dedica-se a construir as pilhas de um modo que não sejam muito altas, que fiquem encostadas e que as caixas tenham contato total entre as superfícies. Somente no final da atividade, ele muda a posição de uma caixa, retirando-a da posição vertical e colocando-a na horizontal, pois ela caiu repetidas vezes.

Assim como o sujeito *B.*, *L.* também aplica esquemas familiares aos materiais apresentados. Provavelmente já tenha tido a oportunidade de brincar com esse tipo de material, uma vez que começa a apresentar condutas de arremessar a bola contra as caixas, em analogia a brincadeiras de boliche e bola-ao-alvo.

Ele repete a conduta apresentada por *B.*, antes da colocação do problema: começa a fazer um arranjo circular com as caixas, para só depois de todas estarem em pé, poder arremessar a bola contra elas.

Quando a proposta do problema é feita, mantém a mesma conduta anterior: realiza um arranjo circular e vai derrubando caixa por caixa. O experimentador refaz a proposta, considerando a hipótese de não ter sido suficientemente claro, mas, mesmo assim, o sujeito mantém a atitude.

Duas possibilidades podem ser aqui consideradas. A primeira representada por uma falha na explicação da consigna. Embora para o sujeito **B.** não tenha havido problema de compreensão, talvez para **L.** se fizesse necessária uma explicação mais minuciosa, com a verificação pelo experimentador de que ele efetivamente tenha entendido o problema. A segunda possibilidade refere-se à dúvida quanto à real capacidade do sujeito compreender a consigna, podendo haver um impedimento de compreensão.

No caso do sujeito **L.**, não parece ter havido qualquer construção de um novo conhecimento, pois limitou-se a arremessar a bola sobre as caixas, sem nenhuma nova elaboração. É muito provável que ele tenha apenas reproduzido nesta nova situação condutas já conhecidas. Ao que tudo indica, para este sujeito a atividade caracterizou-se como mero “treino de esquemas familiares”.

Para o sujeito **B.** a situação configurou-se de forma diversa, uma vez que apresentou condutas que apontaram para a sucessiva elaboração de novos conhecimentos a cada recorte. Resta analisar se os conhecimentos foram construídos na atividade ou, ao contrário, o sujeito já dispunha deles em seus quadros lógico-matemáticos anteriores.

Caso prevaleça a segunda hipótese, o sujeito utilizou seus quadros anteriores, somente atualizando-os frente a esta nova situação. Do contrário, pode-se afirmar que construiu efetivamente algo novo, havendo uma verdadeira alteração e ampliação de quadros.

É possível que a própria atividade tenha dado oportunidade para a elaboração de novos conhecimentos. Nesse caso, além das abstrações empírica e pseudo-empírica, tal como já foi colocado, teria ocorrido também abstrações reflexionantes, em seu sentido de produção de novidades.

Em qualquer hipótese, houve uma clara relação entre as duas formas de conhecimento: físico e lógico-matemático, expressa pela subordinação das ações do sujeito, advindas de quadros lógico-matemáticos anteriores que foram perturbados pelas reações dos materiais.

A única semelhança presente entre as condutas dos dois sujeitos refere-se ao momento inicial, quando ambos usam a bola para derrubar as caixas. Os dois sujeitos, com seus quadros lógico-matemáticos prévios, aplicam esquemas familiares a um novo material e observam o resultado de suas ações sobre eles, mediante abstração pseudo-empírica.

O sujeito **B.** avança consideravelmente em suas condutas em direção a uma resolução mais adiantada do problema. Ele exprime, por meio de suas ações e de suas falas, hipóteses que indicam o estabelecimento de relações entre suas ações e o comportamento dos materiais. **B.** estabelece relações de interdependência: entre o tamanho da pilha e a possibilidade dela cair; entre seu arremesso e o local onde a caixa deve ser atingida; entre o contato das superfícies e a estabilidade da pilha.

Tais relações só são possíveis devido a uma combinação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático. O primeiro, decorrente da abstração empírica, permite ao sujeito perceber as propriedades físicas dos materiais, enquanto que o segundo, decorrente da abstração pseudo-empírica e da abstração reflexionante, permite ao sujeito estabelecer relações entre suas ações e os comportamentos dos materiais.

Há que se considerar, finalmente, as diferenças e as semelhanças entre as duas atividades, e verificar se as possíveis diferenças entre as tarefas influenciaram as realizações dos sujeitos.

Há, entre as duas atividades, uma característica em comum: a utilização de um esquema de derrubar um material, utilizando-se de um outro para fazê-lo.

No caso de bola-ao-alvo, por exemplo, há uma bola de borracha, a qual uma vez arremessada, presta-se a derrubar as caixas. Na atividade do pêndulo, por sua vez, o próprio mecanismo, quando arremessado, pode derrubar uma garrafa plástica. Além disso, nos dois casos, os alvos (caixas e garrafa) devem ser arranjados e posicionados pelos próprios sujeitos.

Algumas diferenças entre as tarefas também se apresentam, principalmente no tocante à familiaridade em relação aos materiais. No caso do pêndulo, é pouco provável que já conhecessem o material tal como proposto, diferentemente de bola-ao-alvo, atividade provavelmente conhecida das crianças, ainda que não na forma como colocada.

A pesquisa foi realizada em dias diferentes, com espaço de uma semana aproximadamente, entre a aplicação de uma e de outra tarefa, sendo o pêndulo a primeira a ser aplicada. Não se pode imaginar, porém, que o fato da atividade do pêndulo ter sido aplicada antes da atividade de bola-ao-alvo, tenha exercido alguma influência sobre as realizações dos sujeitos na segunda tarefa.

Há que se considerar, porém, dois pontos: ainda que não conhecessem o pêndulo, de imediato usaram-no para derrubar a garrafa. O mesmo acontecendo em bola-ao-alvo, pois todos eles imediatamente utilizaram a bola para derrubar as caixas.

A forma de arranjar os materiais também constitui uma diferença entre as atividades. Para a atividade do pêndulo, há um alvo apenas (a garrafa), e o material a ser utilizado para derrubá-lo (o pêndulo), preso a um ponto fixo no teto da sala. Em bola-ao-alvo, ao contrário, há vários alvos (as caixas), os quais deverão ser arranjados pelo sujeito, com um material (a bola) a ser manipulado pelo sujeito livremente.

Porém, ainda que se tenha considerado as particularidades das duas tarefas, as diferenças entre elas não parecem ter influenciado as realizações dos sujeitos.

No caso de B., verifica-se que as mesmas atitudes afirmativas se manifestam nas duas atividades, sendo ele ativo e curioso em suas tentativas de resolver os problemas colocados. É na atividade de bola-ao-alvo onde ele mais avança, ou pelo menos, demonstra hipóteses mais elaboradas na direção da resolução do problema. Na atividade do pêndulo, por outro lado, tal como já colocado, ele também expressa diversas hipóteses. Desta forma, para este sujeito, as diferenças entre as tarefas não parecem ter influenciado suas realizações.

Quanto ao sujeito L., há uma diferença considerável entre as duas atividades, referente à efetiva compreensão da consigna dada pelo experimentador. No caso da atividade do pêndulo, ainda que tenha trazido soluções parciais para a resolução do problema, ainda assim parece ter compreendido o objetivo da tarefa. No caso da atividade de bola-ao-alvo, ao contrário, L. demonstra não ter compreendido o que deveria fazer, limitando-se a exercitar esquemas familiares, quais sejam, arremessar uma bola contra um alvo.

De toda sorte, não se pode afirmar que as diferenças entre as tarefas provocaram a dificuldade de compreensão, podendo-se imaginar que mesmo que não tivesse sido aplicada a tarefa do pêndulo, provavelmente L. não compreenderia a tarefa de bola-ao-alvo.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos trazem algumas questões interessantes. Em primeiro lugar, a relação entre o comportamento dos materiais e as ações dos sujeitos aparece em todas as sequências. Os sujeitos inevitavelmente agem em função das reações do material, e sobre elas pautam suas próximas condutas, como fica evidenciado na análise dos recortes. Tanto na atividade do pêndulo, como na atividade de bola-ao-alvo configurou-se de forma semelhante a relação entre as ações dos sujeitos e os comportamentos dos materiais.

Todos os sujeitos começam as atividades aplicando esquemas familiares aos materiais, utilizando assim, de saída, seus quadros lógico-matemáticos prévios. Percebem as características físicas dos materiais, mediante abstração empírica, aplicando seus esquemas de ação, podendo verificar os resultados de suas ações expressos no comportamento dos materiais, mediante abstração pseudo-empírica.

A partir de tais observáveis, os sujeitos têm a oportunidade de reorganizar seus esquemas, pois, ante a perturbação imposta pelo material, devem acomodar-se a ela, reorganizando seus esquemas para que obtenham êxito. Tais resultados apontam para a importância da interação dos sujeitos com os materiais.

Como visto, a abstração empírica expressa-se pela apreensão, por parte dos sujeitos, das características físicas do material, por meio de seus esquemas de assimilação, os quais possuem natureza lógico-matemática.

Viu-se também que a abstração pseudo-empírica aparece sempre que os sujeitos agem e dão-se conta dos resultados de suas ações sobre o material, havendo sobre este, uma modificação, além de um enriquecimento, propiciado pelas propriedades tiradas das ações coordenadas. Segundo Piaget, “... se a leitura destes resultados se faz a partir de objetos materiais, como se se tratassem de abstrações empíricas, as propriedades constatadas são, na realidade, introduzidas nestes objetos por atividades do sujeito.” (PIAGET, 1977, p. 6).

Trata-se assim, para Piaget, de uma variante da abstração reflexionante, apoiada nos resultados observáveis da ação. Há, nesse sentido, uma combinação entre a elaboração sobre as propriedades físicas e aquelas relativas aos resultados de ações coordenadas que os próprios sujeitos imprimem ao material.

Dessa forma, pode-se verificar a relação entre o conhecimento físico, que é o resultado do que o sujeito apreende do material, e é construído mediante abstração empírica, e o conhecimento lógico-matemático, produto da combinação das ações do sujeito sobre o material, e construído mediante abstração pseudo-empírica e reflexionante.

Vale reafirmar que tal relação é de interpenetração entre os dois tipos de conhecimento, uma vez que a cada ação dos sujeitos corresponde uma reação dos materiais, a qual levará à expressão de uma nova ação, e assim sucessivamente. Trata-se de um movimento em espiral, composto por inter-relações entre as ações dos sujeitos e as reações dos materiais, que tende a graus maiores e melhores de equilíbrio.

A definição feita por Piaget (1976) da existência de dois sistemas nos mecanismos cognitivos, os quais capacitam o sujeito a compreender e agir sobre o real, parece importante para a discussão dos resultados, assim como

para explicitar a relação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático.

Retomando brevemente o tema, o sistema I é ligado à efetiva compreensão do real, enquanto que o sistema II relaciona-se aos êxitos.

No caso dos sujeitos da pesquisa, pode-se afirmar que aplicam esquemas procedurais aos materiais, próprios do sistema II, a fim de obter êxito em suas tentativas de resolução de um problema. A utilização de tais esquemas enriquecem o sistema I, pois a partir da observação dos resultados de suas ações, os sujeitos têm a oportunidade de elaborar novos conhecimentos, os quais comporão o sistema I, diga-se, aquele ligado à efetiva compreensão da realidade.

Saliente-se que sequer era esperado que pudessem, em idade tão precoce, assim como em um período de tempo demasiado curto, aprender sobre o funcionamento de um pêndulo, por exemplo. Não se buscou nesta pesquisa, analisar a gênese dos conhecimentos envolvidos nas tarefas, mas sim, a forma como os sujeitos agiram frente aos materiais e de que maneira tentaram resolver os problemas apresentados.

Questão importante refere-se à presença e ao papel da abstração reflexionante. Esse processo está diretamente ligado à construção de novidades e concerne às ações e suas coordenações pelo sujeito.

Segundo Piaget (1961), a construção de um novo conhecimento não significa a simples percepção de uma organização prévia, sem nenhuma modificação; ao contrário, trata-se da construção de um quadro mais amplo que o anterior, formando assim uma nova totalidade.

A abstração reflexionante pode gerar tanto a diferenciação de um esquema, no sentido da possibilidade de aplicação de tal esquema de maneira totalmente nova para o sujeito, como também tornar objeto de

representação ou de pensamento aquilo que antes permanecia como coordenação de ações.

Há que se considerar dois aspectos inseparáveis desse processo: de um lado há a projeção dos conteúdos retirados de um nível inferior de conhecimento para um superior, e, de outro, a reflexão (no nível superior), entendida como a reorganização e reconstrução do que foi projetado.

Parece ter havido, ao menos em alguns recortes, o movimento de projeção, mas ainda desvinculado do movimento de reflexão. Mesmo que se considerem as diferenças de desempenho entre os sujeitos, principalmente no caso do sujeito B., que expressou condutas mais avançadas, de uma maneira geral, nenhum dos sujeitos conseguiu elaborar um novo conhecimento que fosse caracterizado por uma coordenação em um plano superior.

Talvez se possa falar de aperfeiçoamento dos quadros lógico-matemáticos já presentes, uma vez que os sujeitos foram mudando suas ações em função da presença do material. Por exemplo, todos os sujeitos puderam perceber a necessidade de aproximação da garrafa do X para que fosse derrubada, além de prever quando ela não seria atingida por estar fora da trajetória do pêndulo.

Tais exemplos demonstram que eles de fato elaboraram conhecimentos, ainda que parciais, sem elaborar uma integração que desse origem a uma nova totalidade.

Em outras palavras, os sujeitos projetaram para um patamar superior conteúdos extraídos de um patamar inferior de conhecimento, mas não conseguiram ainda realizar o movimento de reflexão. As compreensões dos sujeitos foram sempre parciais, como se conseguissem perceber somente alguns aspectos, e ainda assim, um de cada vez.

Os sujeitos estariam, mediante tais compreensões parciais, preparando-se para poder, no futuro, integrar os conhecimentos adquiridos em novos quadros lógico-matemáticos.

É perfeitamente compreensível que não tenha havido a construção de novidades, uma vez que os sujeitos, até onde se sabe, foram apresentados ao problema pela primeira vez, e com ele lidaram por um tempo consideravelmente curto (de 5 a 8 minutos aproximadamente). Assim, não se poderia esperar uma “revolução copernicana” no tocante a conhecimentos anteriores em tão pouco tempo. Ainda assim, os avanços foram consideráveis, e apontam para a importância da presença do material concreto para manipulação e elaboração de conhecimentos físicos e lógico-matemáticos em situações de manipulação de materiais para a resolução de problemas.

Entretanto, cabe indagar: em que sentido é fundamental a interação dos sujeitos dessa faixa etária com um material concreto manipulável? Talvez seja esta a questão primordial a ser respondida, sendo que a análise da relação entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático no contexto das atividades de manipulação de materiais pode servir para a discussão da importância desse tipo de situação.

Para responder a essa pergunta, faz-se necessário retomar alguns pontos da teoria da epistemologia genética já apontados em capítulos anteriores, porém aqui acrescidos dos resultados obtidos na pesquisa realizada.

Em primeiro lugar, o conceito de negação, tal como postulado por Piaget (1975) merece ser retomado, lembrando que as ações dos sujeitos são essencialmente afirmativas, e as negações advêm dos objetos, por trazerem dificuldades de assimilação direta aos esquemas dos sujeitos. Todos os

sujeitos, nas situações experimentais, depararam-se com algum tipo de negação advinda dos objetos sobre os quais aplicaram seus esquemas.

Tomando-se como exemplo o sujeito V., na atividade do pêndulo, ao tentar derrubar a garrafa posicionada fora da trajetória do pêndulo, encontra ele a resistência do material frente a sua ação. Inicialmente estica completamente o fio, segurando-o pelo peso, tentando levá-lo até a garrafa. Como não obtém êxito em sua tentativa, faz um gesto negativo com a cabeça. A partir do incentivo do experimentador para que tente derrubar, V. repete sua conduta anterior, até desistir e propor uma outra alternativa (derrubar a garrafa não com o pêndulo, mas com os pés ou com as mãos). Somente quando o experimentador insiste para que a derrube usando o pêndulo, é que ele apresenta uma terceira alternativa: retira a garrafa de onde está para aproximá-la de X.

No caso do sujeito B., na atividade de bola-ao-alvo, há momentos nos quais precisa acomodar seus esquemas frente às perturbações que o material impõe. Por exemplo, quando desiste de tentar fazer pilhas muito altas com as caixas, as quais caem insistentemente, resolvendo fazer duas pilhas lado a lado. Esta solução parcial é resultante da resistência advinda dos materiais frente a suas ações, o que o obriga a reorganizar seus esquemas, para que estes se acomodem às perturbações.

Estes exemplos ilustram a importância da presença de um material concreto manipulável em um contexto de resolução de problemas, pois frente às negações impostas pelos materiais aos esquemas dos sujeitos, estes têm que reorganizar seus esquemas, para que eles se acomodem às perturbações. Tal reorganização implica necessariamente em um movimento

na direção de construção de esquemas cada vez mais complexos, que sirvam à resolução de problemas, também estes cada vez mais elaborados.

Há que se considerar a especificidade de cada pólo da interação entre sujeito e objeto.

De um lado, tem-se o objeto a ser assimilado, o qual trará perturbações aos esquemas de assimilação dos sujeitos. Trata-se, nesse caso, de um objeto físico, do mundo real, concreto, que tem propriedades independentes da ação dos sujeitos. No caso dos materiais utilizados na pesquisa, por exemplo, há um pêndulo, composto por um fio de um determinado comprimento e um bloco de madeira de determinadas dimensões. Ou ainda, há caixas com tamanhos, pesos e resistências próprias, além de uma bola de borracha de determinado diâmetro e peso. Estes exemplos, ainda que não tragam todas as características físicas dos materiais, prestam-se à explicitação da existência de um objeto físico, independente da ação do sujeito, com características próprias.

De outro lado, há um sujeito, que não fará uma leitura direta e pura de sua experiência com esse objeto, pois, para que a faça, necessita esquemas de assimilação, de natureza lógico-matemática, para poder “ler” a realidade que se apresenta.

Ao agir sobre esse objeto fará abstrações empíricas, pseudo-empíricas e reflexionantes, de modo a não haver somente conhecimento físico envolvido na interação. Algo como se o sujeito agisse sobre o objeto, o qual “mostraria” de alguma forma ao sujeito suas propriedades. É indispensável assim, a existência de um sujeito que interprete a realidade, a qual deve mostrar-se a esse sujeito, para que ele possa interpretá-la.

É importante notar o caráter complexo dessa interação, pois, se há um objeto a ser assimilado, com suas propriedades, há também um sujeito ativo,

que assimila a realidade a partir de seus quadros lógico-matemáticos prévios, os quais serão enriquecidos a partir da interação.

Assim como já colocado anteriormente, de acordo com Sinclair *et alii* (1982), para haver conhecimento físico é necessário um quadro lógico-matemático coerente que possa interpretar os dados retirados da realidade externa, sendo o conhecimento lógico-matemático o instrumento por meio do qual os sujeitos poderão fazê-lo. Nenhuma experiência produz conhecimento por si só, devendo haver, necessariamente, um sujeito que age sobre a realidade, interpretando os dados obtidos, mediante a interação sujeito/objeto, de acordo com seus quadros lógico-matemáticos prévios.

Também como mencionado, Parrat-Dayán (1997) expõe de maneira suficientemente clara a questão, abordando a interação funcional entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático no contexto da interação entre sujeito e objeto. Se, de um lado, o objeto é alterado pelas ações do sujeito, por outro, o sujeito também muda suas ações, no sentido de novas elaborações, a partir da interação. Assim, na interação sujeito/objeto, um elemento interpenetra o outro, havendo uma modificação em ambos.

Essa interação funcional, tal como proposto, pode significar a interpenetração entre conhecimento físico e conhecimento lógico-matemático, uma vez que o conhecimento não parte exclusivamente nem do sujeito e nem do objeto, senão da interação entre ambos (PARRAT-DAYAN, 1997). Obviamente é o sujeito quem constrói o conhecimento, mas não se pode perder de vista a existência de uma realidade independente dele, com a qual interagirá.

É importante ressaltar que no decorrer do desenvolvimento, cada vez menos os sujeitos necessitam do apoio de elementos concretos para

construir novos conhecimentos, de modo que o conhecimento lógico-matemático vai ganhando autonomia e desvinculando-se do conhecimento físico, ainda que valendo a colocação de que o ponto de partida de tal processo é a interação entre o sujeito e um objeto físico, concreto, manipulável.

Em suma, pode-se afirmar que a partir de um quadro lógico-matemático anterior, o sujeito age sobre a realidade. No caso dos sujeitos da pesquisa, aplicam esquemas familiares aos materiais concretos manipuláveis. A partir das ações, os materiais comportam-se de determinadas formas, de acordo com suas especificidades. Os sujeitos interpretam os dados obtidos, mediante abstrações empíricas e pseudo-empíricas, construindo novos conhecimentos físicos e enriquecendo seus quadros lógico-matemáticos.

Para os sujeitos dessa faixa etária, é fundamental a presença de materiais concretos manipuláveis nesse processo, uma vez que ainda não são capazes de estabelecer relações sem o apoio dos materiais, pois necessitam observar os resultados materiais de suas ações.

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho, algumas questões merecem ser retomadas. A primeira delas refere-se ao que foi colocado inicialmente: qual a relação entre as informações provocadas pelo material (conhecimento físico), e as formas de atuação dos sujeitos, apoiadas sobre seus quadros lógico-matemáticos?

Os resultados apontam para a existência de uma relação de interpenetração entre o conhecimento lógico-matemático e o conhecimento físico. Isto se explica pelo fato de que a cada ação do sujeito corresponde uma reação do material; e a cada reação do material corresponde uma nova ação do sujeito. A ação seguinte à reação dos materiais não é uma ação isolada da anterior, pois encerra o que foi extraído do movimento precedente.

Confirma-se, assim, a hipótese da alteração dos quadros lógico-matemáticos anteriores dos sujeitos, a partir das informações obtidas dos resultados de suas ações sobre os materiais. Nesse sentido é que se expressa aquela relação de interpenetração entre o conhecimento físico e o lógico-matemático.

Dessa forma, as ações do sujeito sobre um material concreto manipulável podem provocar uma alteração na lógica deste sujeito, que buscará adequar seus esquemas de assimilação, de natureza lógico-matemática, na interação com o material.

Conforme o que foi discutido no capítulo anterior, nem sempre a alteração dos quadros lógico-matemáticos implica em produção de novos

conhecimentos integrados em uma nova totalidade. Tal alteração pode ser considerada sempre que os sujeitos avancem em suas hipóteses e mudem seus esquemas de ação em função do comportamento dos materiais, na busca por uma solução para o problema.

A segunda questão a ser retomada refere-se a dúvidas sobre a relevância deste tipo de atividades na educação infantil, e dos motivos pelos quais tais atividades são (ou não) importantes para as crianças desta faixa etária.

Para respondê-la, há que se considerar um ponto de discussão: se nenhum sujeito, na atividade do pêndulo, e apenas um, na atividade de bola-ao-alvo, apresentou novos conhecimentos que se integrassem aos quadros anteriores, formando uma nova totalidade, qual o valor de tais atividades?

Seria bastante ingênuo imaginar que em uma única intervenção de poucos minutos os sujeitos pudessem dar um salto em suas descobertas. É importante lembrar que apesar da potencial provocação de aprendizagem em tais situações, não era o objetivo desta pesquisa o estudo desse fenômeno.

Por outro lado, a importância das atividades não pode ser vinculada somente a resultados que indiquem a construção de novos conhecimentos. Há que se considerar que a oportunidade da manipulação de materiais com a proposição de um problema a ser resolvido já é uma situação muito rica para as crianças, pois ao manipular materiais e observar suas reações, têm a oportunidade de formular hipóteses, estabelecendo relações entre suas ações e os resultados observáveis; podendo modificá-las para que obtenham êxito na resolução dos problemas apresentados.

Note-se que há um constante movimento de elaboração de novas hipóteses, que vão se confirmando ou não no decorrer das atividades. O fato dos sujeitos conseguirem expressá-las, em função das respostas dadas pelos

materiais, indica que há algum tipo de mudança em processo. Mesmo que as hipóteses não sejam adequadas à resolução dos problemas, ainda assim permanecem válidas, pois significa que há um movimento de tentativas de descoberta para a solução.

Pode-se considerar, dessa forma, a importância de tais atividades para as crianças desta faixa etária, mesmo que ainda não consigam compreender todas as propriedades envolvidas na interação com estes materiais.

O papel do professor também ressurgue aqui. Na sala de aula, quando propuser atividades desse tipo, deve o professor saber colocar o problema de forma adequada, organizando os materiais satisfatoriamente e formulando as perguntas mais convenientes à solução do problema.

A sala de aula na educação infantil é, sem dúvida, um importante espaço de aprendizagem. Para as crianças dessa faixa etária, a manipulação de materiais concretos é fundamental para que possam avançar na construção de novos conhecimentos. Somente experimentando as diversas possibilidades de relações entre os materiais e a própria ação, é que as crianças poderão elaborar hipóteses, testá-las e construir novos conhecimentos. Deste fato resulta a importância pedagógica do oferecimento de materiais concretos manipuláveis, com a devida intervenção do professor como facilitador do processo de aprendizagem das crianças.

É desejável ao educador a compreensão da importância de tais atividades, a fim de que possa melhor aproveitá-las sempre que propostas. O trabalho de Kamii (1978) sobre o conhecimento físico na educação infantil, apresenta atividades envolvendo crianças de quatro anos e materiais concretos, destinadas especialmente a professores, estudantes de psicologia e interessados em currículo. Dessa maneira, tal trabalho pode servir ao aperfeiçoamento dos educadores interessados pelo tema. Mais uma vez

ressaltamos a importância da proposta da autora e a pertinência do tema colocado, porém, com a ressalva sobre a dicotomia entre os dois tipos de conhecimento, físico e lógico-matemático, tal como apresentado.

Ainda que Kamii aborde a especificidade de cada um deles, a simples colocação do termo “atividade de conhecimento físico” pode causar desvios de compreensão por parte dos leitores. Ao se apresentar um problema complexo como este sob um ângulo apenas, corre-se o risco de erros de interpretação.

Não se pode perder de vista que o caráter da interação sujeito/objeto é muito complexo, devendo-se evitar uma leitura dicotômica do problema. É fundamental que se caminhe no sentido do aprofundamento da discussão sobre a relação entre os dois tipos de conhecimento. Compreender de fato o que se passa na interação entre sujeito e objeto propiciará clareza de objetivos por parte do educador ao trabalhar com atividades desse tipo.

Dessa maneira, todo esforço no sentido de uma melhor compreensão de todos os aspectos envolvidos na educação e aprendizagem das crianças é fundamental, assim como a realização de pesquisas e a produção de conhecimentos sobre o tema da educação infantil.

Esta pesquisa teve a intenção de esclarecer alguns pontos importantes sobre as atividades de manipulação de materiais, mas de qualquer maneira não julgamos o assunto encerrado, ao contrário, acreditamos que ainda haja muito a ser discutido.

ANEXO 1

PROTOCOLO DA ATIVIDADE DE BOLA-AO-ALVO

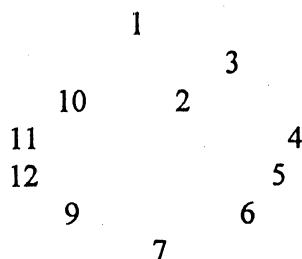
SUJEITO: L. (3;6)

TEMPO DE DURAÇÃO DA SESSÃO: 7 min

OBS: As caixas estão representadas por números

“O que será que dá para fazer com essas caixas, com esse material todo L.? O que você acha que dá para fazer?” *“Assim”* (pega uma caixa e deixa-a cair no chão). “Assim, como?” *“Derrubar com a mão.”* “Derrubar com a mão?” (Faz sinal afirmativo com a cabeça). “E o que mais? O que mais que dá para fazer?” (Pega a caixa 2; joga-a no chão). “Então vai, brinque aí um pouquinho com esse material pra ver como que é, o que que tem... Hoje é diferente né?” (Pega a caixa 6; deixa-a cair no chão; faz o mesmo com a 2). “O que mais?” (Pega novamente a 2; deixa-a cair no chão, fazendo o mesmo com mais 8 caixas; pega a bola, levanta-a e deixa-a cair; olha para o experimentador e ri; vai atrás da bola que saiu rolando; pega-a, levanta a 3 que estava deitada; coloca-a em pé; arremessa a bola contra a caixa derrubando-a). “Ah, dá para derrubar com a bola também, não só com a mão então. É?” (Faz sinal afirmativo com a cabeça; e sentado pega a caixa 3 que derrubou; coloca a 6 ao lado dela; senta-se ao lado das caixas e joga a bola sobre elas; as duas caem; pega as duas caixas, coloca-as em pé; arremessa a bola; derrubando a 6; pega a bola; de joelhos tenta derrubar a caixa 3 que ficou em pé). A bola passa ao lado da caixa. (Pega a bola e arremessa sobre a caixa). L. está a aproximadamente 30 cm da caixa. (Pega a bola e faz com que role no meio das caixas). A bola não toca em nenhuma caixa. (Pega a bola e faz com que role na direção da caixa que está mais próxima, a aproximadamente 30 cm, derrubando-a; começa a levantar cada caixa, colocando-as em pé.

FIG.1:

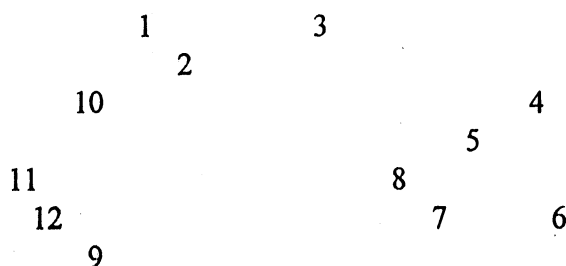


P1

(Pega a bola; posiciona-se em P1 de joelhos; arremessa-a rolando). A bola esbarra nas caixas 6 e 8, que não caem. (Pega a bola e joga-a rolando na caixa 10, que cai; pega a bola, joga-a rolando, cai a caixa 11; pega a bola e arremessa-a rolando, derruba a caixa 8; pega a bola e rola-a derrubando as caixas 7 e 6; pega a bola). “Agora eu quero ver se você sabe fazer uma coisa, vamos ver se você sabe? Sabe o que eu queria que você fizesse, L.? Que você arrumasse essas caixas de um jeito que se você pegar a bola e jogar assim de uma vez, derrube todas as caixas! Como que você pode arrumar essas caixas,

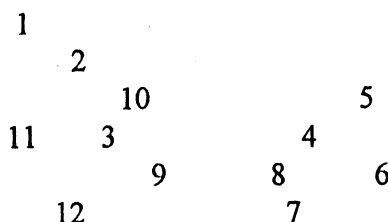
para você jogar a bola e derrubar de uma vez só? Será que é difícil?” “*Não é!*” “*Não é? Então vamos ver como que você vai arrumar*” (Começa a colocar todas as caixas em pé)

FIG. 2:



“Já arrumou?” (Gesto afirmativo com a cabeça). “Agora vamos lá, vamos jogar e ver se você consegue derrubar todas, tá?” (Em pé, joga a bola em direção ao chão). A bola “quica” no chão e pula para fora do arranjo das caixas, não derrubando nenhuma. “O que que aconteceu?” (Pega a bola, vai para o outro lado do arranjo de caixas e repete o movimento anterior, de joelhos, não derrubando nenhuma caixa; vai para o outro lado do arranjo de caixas, fica em pé, joga a bola). As caixas 3; 9; 11; 12 são derrubadas. “O que que aconteceu? Me conta”. “*Eu derrubei essas*”. “Qual?” “*Eu derrubei essas*” (apontando para as caixas derrubadas). “Essas daqui! Arrume de um jeito que você consiga derrubar todas!” (Levanta as caixas caídas, com exceção da caixa 3). “*Esse aqui, esse aqui e esse aqui*”. Ele diz isto para cada caixa caída que ele vai levantando. (Arremessa a bola). “*Pá!*”. A caixa 8 é derrubada. “Ah, que legal!” “*Agora essa aqui.*” (Arremessa na direção da caixa 12). A bola quica no chão, não derrubando nenhuma bola. (Pega a bola, joga-se de joelho e arremessa a bola). Não cai nenhuma caixa. “Derrubou todas?” (Derruba com o pé a caixa 9 sem querer quando está indo pegar a bola). “*Derrubei duas!*” “Duas?” (Arremessa na direção da parede perto de onde está o experimentador, não atinge nenhuma caixa; observa a bola rolar entre as caixas). “Então agora vamos fazer assim olha, empresta aqui a bola. Eu seguro a bola pra você um pouquinho, e você vai arrumar as caixas todas, pra que você jogando a bola derrube todas de uma vez só. Tá bom? Eu seguro a bola enquanto isso pra você.” “*Tá.*” (Levanta a 8; 9 e 3)

FIG. 3:



(Estende as mãos para receber a bola). “Pronto? Já arrumou?” (Faz gesto afirmativo com a cabeça). “Não precisa mexer em mais nada?” (Faz gesto negativo com a cabeça). “Tudo em ordem?” (Faz gesto negativo com a cabeça). “Tudo certo?” (Faz gesto afirmativo com a cabeça). “Então tome.” (Esbarra o pé na caixa 10 e derruba-a; arremessa a bola da posição conforme figura 2, derrubando as caixas 5, 7 e 8). “O que que aconteceu agora?” “*Derrubei ali*” (apontando para as caixas caídas). “Ah?”

"Derrubei aquelas três." "Ah, aquelas três. E as outras todas, você derrubou? Não?" (Sentado, arremessa a bola e derruba a caixa 9). *"Derrubei a outra."* "Derrubou a outra? Ah, tá." (Escorrega sentado, vai até a frente de 6). *"Agora vou derrubar."* "Ah, tá." (Joga a bola sobre a caixa 6 de uma distância aproximada de 30 cm, derruba-a; pega a bola). *"Agora vou derrubar de novo."* "Ah, tá." (Vai à frente da caixa 11, a aproximadamente 30 cm, fica em pé, arremessa a bola sobre ela derrubando-a; pega a bola, coloca-se ao lado a aproximadamente 30 cm de 3 e derruba-a). "Quantas faltam agora?" *"Falta essa aqui"* (ajoelha-se a 50 cm de 1; arremessa a bola e derruba-a), *"e esse aqui"* (jogando a bola em 2, que não cai, só se arrasta; joga a bola novamente de uma distância aproximada de 10 cm, mas derruba a caixa com as mãos; levanta-se) *"e essa daqui"* (em pé coloca-se ao lado de 12; arremessa a bola e derruba a caixa) *"e falta essa daqui!"*. "Ah, então tá certo, já derrubou tudo né?"

ANEXO 2

PROTOCOLO DA ATIVIDADE DO PÊNDULO

SUJEITO: B. (4;0)

TEMPO DE DURAÇÃO DA SESSÃO: 8m 30s

SIGLAS: X (ponto de repouso do pêndulo); P (posição do sujeito); G (garrafa)

OBS: As medidas são aproximadas.

“Como você acha que deve fazer? Invente um jeito de brincar. Como você acha que dá pra brincar?” (Olha para a filmadora; sorri; pega a garrafa; bate-a no fio; coloca a garrafa sobre o X). “*Assim...*” O pêndulo, que estava em movimento, derruba a garrafa. (Pega a garrafa e coloca-a sobre o X). “O que mais dá pra fazer?” (Ergue o peso até esticar o braço; solta-o sobre a garrafa verticalmente). “Será que dá pra derrubar assim?” A garrafa não é derrubada. (Balança o fio com mais força, segurando-o no meio; coloca-se em P1)

FIG. 1:



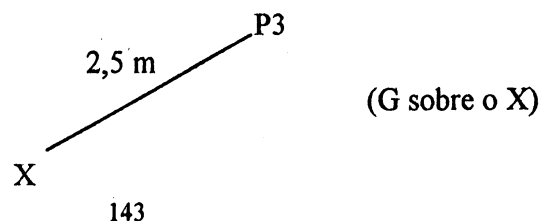
(Tenta pegar o pêndulo; segura-o; coloca a garrafa ao lado de X a aproximadamente 10 cm; segura o peso de modo a posicioná-lo acima de X; coloca a garrafa sobre X e leva o peso até P2; FIG.2; arremessa-o segurando no peso e derruba a garrafa).

FIG. 2:



“Derrubou?” (Sorri e vai buscar a garrafa). “Você sabe como que chama isso B.? Esse aqui? Se chama pêndulo. Você já tinha ouvido essa palavra?” “*Não.*” “Não? Chama pêndulo.” “Legal? Você tá gostando?” “*Tô, mas eu acho que...*” (pegando a garrafa, coloca-a sobre o X; pega o peso; leva-o até P3; FIG.3; segura-o até esticar completamente o braço; arremessa-o; derruba a garrafa).

FIG.3:



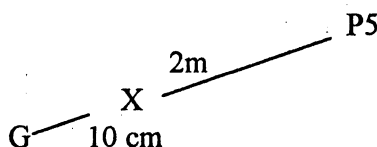
“Tenho que fazer...” “Tem que fazer o quê B., não entendi?” “O meu pai...tem que amarrar isso aqui com uma caixinha” (correndo; pega o peso; vai para P4; arremessa aleatoriamente).

FIG. 4:



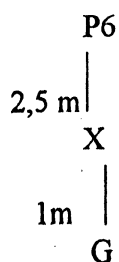
(Interrompe o movimento do pêndulo antes que termine sua trajetória; segura o peso na mão) “Eu tô tentando por isso (aponta o peso) pra empurrar tudo aqui na garrafa...” (esticando o fio; leva o peso na direção da garrafa que está caída)
(Pega a garrafa; coloca-a a 10 cm de X; caminha até P5; FIG. 5; segura no peso; arremessa-o; derruba a garrafa) “...daí ela vai bater na parede e vai ser gol.”

FIG. 5:



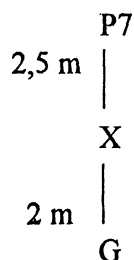
“Ah, que interessante! Deixa eu sair daqui pra não atrapalhar. Então vai, faça então, você vai tentar bater esse aqui na garrafa para fazer gol?” “Não, eu vou fazer isso...” “Ah, tá. Então, tá.” (Arruma a garrafa sobre o X sem largar o pêndulo; ergue o peso; o fio vai se enrolando no peso; leva o peso até P4, mira a garrafa) “Eu vou fazer isso, ó” (Arremessa-o; derruba a garrafa). “Derrubou?” “Não, tem que ela bater na parede.” “Ah, você quer que ela bata na parede, entendi!” (Pega a garrafa sem largar o pêndulo; coloca-a deitada a 1m de X; coloca-a em pé sobre X). “Ó, quer ver?” “O que?” “As pessoas sempre faz uma corda grande para ir lá em cima (aponta o ponto de fixação no tecto) pra cair assim” (derruba a garrafa com o peso que está em sua mão). “Ah, entendi! Agora vamos fazer uma coisa?” “O que?” “Eu quero ver, eu vou por a garrafa em algum lugar e quero ver se você consegue derrubar com o pêndulo, tá bom? Quer fazer essa brincadeira?” (Gesto afirmativo, segurando o pêndulo). “Vamos ver se você vai conseguir, tá? Segure o pêndulo. Então eu vou colocar a garrafa aqui, vamos ver se você vai conseguir.” B. coloca-se em P6, FIG. 6.

FIG. 6:



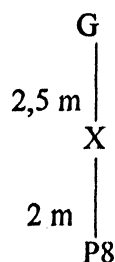
(Arremessa o pêndulo e derruba a garrafa). “Nossa, conseguiu!” “*É que a corda é muito grande e ela consegue ir nesse lugar* (fica girando o pêndulo aleatoriamente enquanto fala). “Ah, é? Então eu vou colocar aqui, olha, vamos ver se você consegue derrubar.” O experimentador coloca a garrafa a 2m de X, FIG. 7, fora da trajetória do pêndulo.

FIG. 7:



(B. coloca-se em P7; arremessa, não derruba; põe a mão na cintura). “O que aconteceu?” “*Não derrubou!*” “Não derrubou?” (Pega o fio; posiciona-se sobre o X; arremessa com mais força). O pêndulo vai e volta. (Segura o peso). “*Vou fazer assim*” “Se você fizer assim?” “*E se eu fizer assim?*” (Leva o peso na direção da garrafa; estica o fio ao máximo; tenta fazer com que o peso alcance a garrafa; arremessa-o do ponto mais próximo da garrafa, com o fio esticado ao máximo). “Você acha que dá?” “*Eu acho... tenho que fazer assim*” (Pega o pêndulo; volta para P7; mira; arremessa com força). “*Ih...*” “Derrubou a garrafa?” “*Não.*” (Pega o pêndulo e a garrafa). “*Acho que eu vou por ela em algum lugar aqui*” (coloca-a fora da trajetória do pêndulo, a 2m de X; posiciona-se em P8; FIG. 8; arremessa o pêndulo na direção da garrafa).

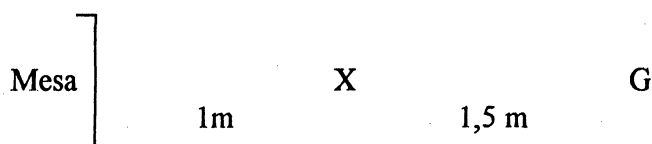
FIG. 8:



“Deu certo?” “*Não.*” (Arremessa de P8 mirando a garrafa). “E agora?” (Correndo muda a posição da garrafa; mantendo a mesma direção anterior, porém mais próxima de X). “E agora? O que aconteceu?” O pêndulo em movimento derruba a garrafa. “E agora, o que aconteceu agora B.?” “*Ela derrubou.*” “Derrubou? Por que que derrubou aqui e aqui não derrubou? (FIG.8) “*Porque olha, quer ver?*” (Coloca a garrafa na posição da figura 8). “Quero, me explica isso.” “*Quer ver? Eu vou te mostrar aqui.*” (Arremessa o pêndulo). O pêndulo não acerta a garrafa. (Nem espera o pêndulo chegar próximo à garrafa; sai correndo; retira a garrafa e coloca-a na mesma direção, porém mais próxima de X). O pêndulo ainda está em movimento. (Espera para ver se o pêndulo alcança a garrafa; não alcança; aproxima-a em 40 cm rapidamente). O pêndulo que continua em movimento não acerta a garrafa. (Aproxima a garrafa de X). A garrafa fica a 1m de X; o pêndulo não a derruba. (Aproxima mais a garrafa). O pêndulo a derruba. (Sorri para o experimentador). “Mas que coisa interessante, porque aqui derrubou e ali não

derrubou?” *“Porque, porque...olha.”* (Pára o pêndulo sobre X; mostra, apontando com a garrafa, o lugar onde estava a garrafa; FIG. 8). *“Aqui é fundo e olha o tamanho dessa corda”* (aponta para o fio). *“Ah, aqui é fundo?”* (Corre para o extremo oposto de P8) *“E aqui é fundo também!”* *“Ah, e aqui é fundo também?”* (Vai até X; coloca a garrafa a 10 cm de X). *“Aqui é, é, é...daí ela faz assim ó..”* (Pega o pêndulo, vai até P8) *“Olha...olha, veja o tamanho...”* (apontando para o ponto de fixação no teto) *“...veja, olha, olha lá ó.”* *“Vejo, tô vendo.”* *“Viu? É assim ó”* (aponta o dedo desde o ponto de fixação no teto até o peso, que está em suas mãos, mantendo o fio bem esticado). *“Aquele corda tá de lá (aponta o ponto de fixação no teto) até chegar aqui (aponta o peso), daí vai jogar, uma criança vai jogar, daí aquela coisa vai lá na garrafa...”* (solta o pêndulo, que derruba a garrafa) *“...daí ela faz a garrafa ir lá.”* *“E se eu puser a garrafa aqui olha, me empresta um pouquinho, e se eu puser aqui, o que você acha que vai acontecer? Aqui?”* (FIG.9).

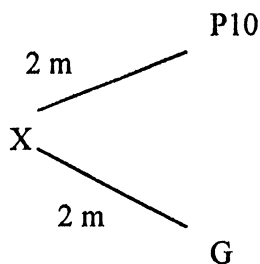
FIG. 9:



P9

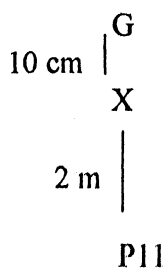
(Começa a subir em uma mesa lateral). *“Pode subir, cuidado pra você não cair. Você acha que vai dar certo?”* (Sobe na mesa; estica o fio). *“Olha onde a corda vai, viu?”* *“Você acha que vai dar certo?”* (Arremessa o pêndulo de P9; o pêndulo bate na ponta da mesa; não alcança a garrafa). *“Deu?”* *“Não.”* (Demonstrando desapontamento; desce da mesa; pega a garrafa). *“E se eu puser assim, ó.”* *“Como?”* (Tenta amarrar o fio com o peso na garrafa, até que consegue). *“O que você está fazendo?”* *“Um negócio.”* *“Um negócio? Então explique depois.”* (Sobe na mesa levando o pêndulo amarrado na garrafa; arremessa). *“E agora?”* *“Tá amarrado.”* *“É, mas aí ela não cai, né?”* *“É, tem que desamarrar esse negócio.”* *“Então agora eu vou colocar ela em um outro lugar e quero ver se você consegue.”* *“Tá, eu vou fazer assim...”* (começa a balançar o peso aleatoriamente, até que bate em sua cabeça). O experimentador passa a mão em sua cabeça. *“Não vou fazer assim não!”* *“Assim não, né? Então, enquanto isso segure o pêndulo que eu vou colocar num lugar para ver se você consegue derrubar, tá bom?”* *“Tá. Enquanto isso eu vou ficar fazendo assim (fica mexendo no pêndulo).”* *“Ah, tá bom. Eu vou colocar aqui, olha (FIG. 10; a garrafa fora da trajetória do pêndulo), vamos ver se você consegue?”*

FIG. 10:



(Arremessa; não alcança a garrafa). “O que está acontecendo?” “*É que a cordinha é meio assim, e lá é meio fundo* (aponta G) *e a cordinha não consegue alcançar ela.*” “Ah, por isso! Então onde que você deve por a garrafa para a cordinha alcançar?” “*Aqui, ó.*” (Coloca a 10 cm de X; FIG. 11).

FIG. 11:



“Aí?” (Posiciona-se em P11; arremessa; derruba a garrafa). “Ah, entendi. Aí é um lugar então que a cordinha alcança a garrafa?” “*É, e aqui, quer ver?*” (Coloca a garrafa sobre a mesa; posiciona-se em P12; arremessa, derrubando a garrafa; FIG. 12).

FIG. 12:



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTORINA, José Antonio (1984). **Psicologia genética : aspectos metodológicos e implicações pedagógicas**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1988.

BAILLARGEON, Renée. How do infants learn about the physical world? **Current directions in psychological science**, Cambridge University Press, 3, 5, 133-140, 1994a.

_____. Physical reasoning in young infants : Seeking explanations for impossible events. **British Journal of Developmental Psychology**, 12, 9-33, 1994b.

_____. A model of physical reasoning in infancy. **Advances in infancy research**, 9, 305-371, 1995.

_____. Infant's understanding of the physical world. (A ser publicado em **Advances in Psychological science**: Vol. 1. Cognitive and biological aspects. London : Psychology Press).

_____. The object concept revisited: new directions in the investigation of infant's physical knowledge. In C. E. GRANRUD, (Ed.) **Visual perception and cognition in infancy**. Carnegie Mellon Symposia on Cognition. Hillsdale, N. J. Erlbaum. 265- 315, (s/d).

- CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (1988). A formação do conceito de quantidade de movimento e sua conservação em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de estudos Pedagógicos**. Brasília, 69, 163, set/dez, 1988
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa.(1992). Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em aberto**. Brasília, 11, 55, jul/set, 1992
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa.(1997). O papel da linguagem na gênese dos conhecimentos físicos. **Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências**. Belo Horizonte, março, 1997
- GONÇALVES, Maria Elisa Rezende & CARVALHO, Ana Maria Pessoa.(1994). Conhecimento Físico nas primeiras séries do 1º grau: o problema do submarino. **Cadernos de |Pesquisa**. São Paulo, 90, 72-80, ago, 1994.
- GONÇALVES, Maria Elisa Rezende & CARVALHO, Ana Maria Pessoa.(1995). As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**. 12, 1, 1995
- INHELDER, Bärbel & CELLÉRIER, Guy (1992). **O desenrolar das descobertas da criança : um estudo sobre as microgêneses cognitivas**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996.

KAMII, Constance & DEVRIES, Rheta (1978). **O conhecimento físico na educação pré-escolar : implicações da teoria de Jean Piaget.** Porto Alegre : Artes Médicas, 1985.

_____ (1980). **Jogos em grupo na educação infantil : implicações da teoria de Jean Piaget.** São Paulo : Trajetória Cultural, 1991.

KAMII, Constance & EWING, Janice K. (1996). Basing teaching on Piaget's constructivism. **Annual Theme, Childhood Education**, 260-264, 1996.

LEITE, Luci Banks (org.) & MEDEIROS, Ana Augusta (col.) (1987). **Piaget e a Escola de Genebra.** São Paulo : Cortez, 1992.

MACEDO, Lino de (1994). **Ensaio construtivistas.** São Paulo : Casa do Psicólogo, 1994.

PARRAT-DAYAN, Silvia (1997). **Sujeto-Objeto-Experimentador: Estratégias de intervención en situaciones causales.** (mimeo).

PIAGET, Jean (1964). Development and learning. **Journal of research on teaching**, XI, 3, 176-86.

_____ (1970). **Epistemologia genética.** São Paulo : Martins Fontes, 1990.

_____ (1974a). **Fazer e compreender.** São Paulo : Melhoramentos: EDUSP, 1978.

_____ (1974b). **A tomada de consciência.** São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1977.

_____ (1975). **A equilibração das estruturas cognitivas.** Rio de Janeiro : Zahar Editores, 1976.

_____ (1977). **Abstração reflexionante.** Porto Alegre : Artes Médicas, 1995.

PIAGET, Jean & BETH, Evert W. (1961). **Epistemología matemática y psicología.** Barcelona : Ed. Crítica, 1980.

PIAGET, Jean & INHELDER, Bärbel (1966). **A psicologia da criança.** São Paulo : DIFEL, 1982.

SINCLAIR, Hermine; STAMBAK, Mira; LEZINE, Irène; *et alii* (1982). **Les bébes et les choses.** Paris : PUF, 1982.